30e ANNÉE Nos 281-282
AOUT-SEPTEMBRE 1950
PRIX : 160 FRANCS

copy 2

L'ONDE ÉLECTRIQUE

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DES RADIOÉLECTRICIENS
ÉDITIONS CHIRON, 40, RUE DE SEINE, PARIS-6e

NOTRE COUVERTURE

Vue avant et arrière du condensateur papillon "ARENA" — 4 modèles permettant d'obtenir entre stators, Pf 25, et 10 Pf. Fréquence maximum stators reliés > 400 Mc/s S. S. : < 5,10 à 100 Kc/s — 24,10 à 10 Mc/s Tension service — 300 V max. Blocage du rotor. Lames laiton argenté. Grandeur nature.

LIRE DANS CE NUMERO

Le synchrocyclotron d'Amsterdam. — **C. J. Bakker**

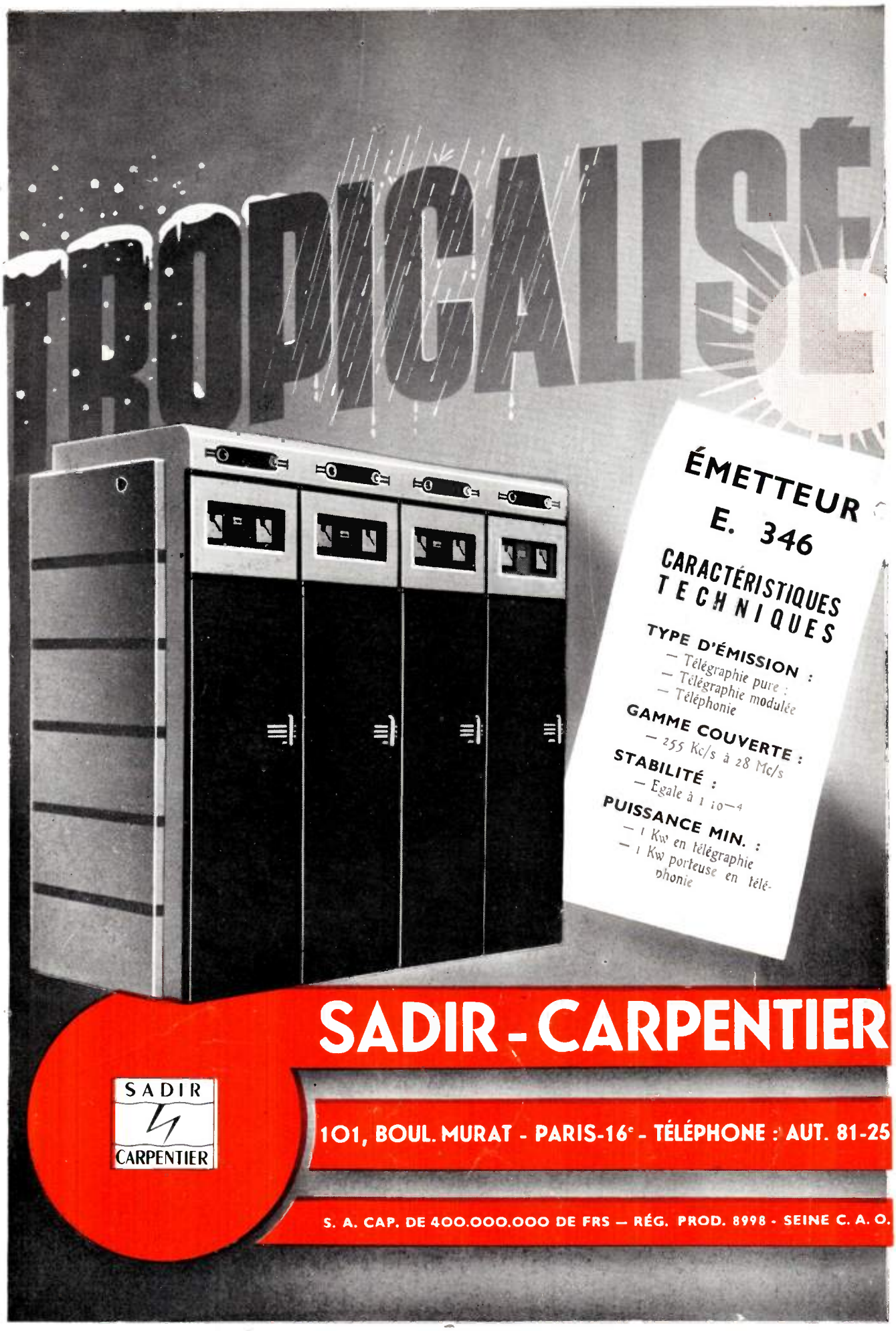
Emploi des radioéléments dans l'étude des cathodes à oxydes. — **J. Debiesse**

Le sténo-sonographe phonétique. — **J. Dreyfus-Graf**

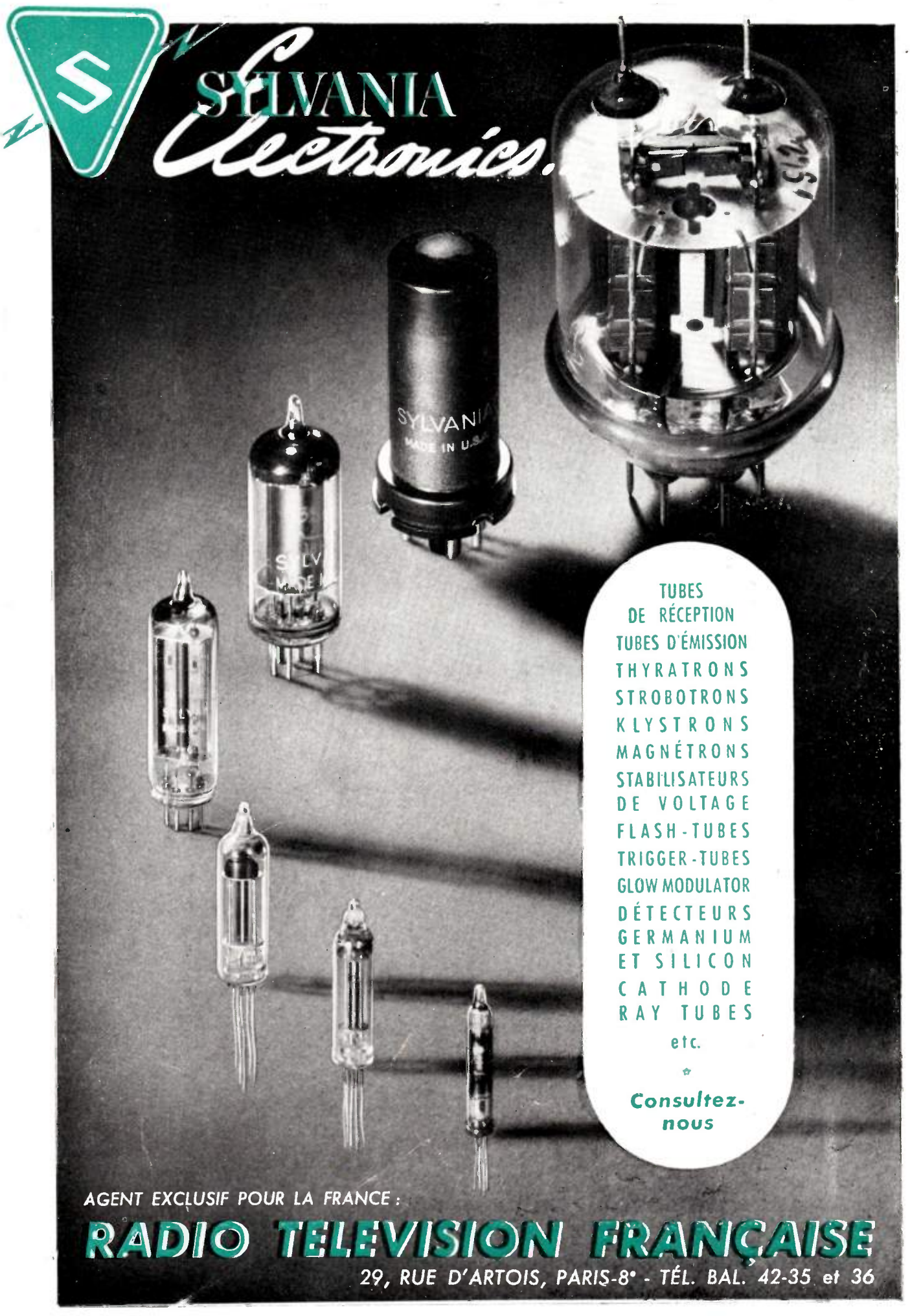
Transmission en télévision d'images de transparence variable par des systèmes n'utilisant pas le phénomène d'accumulation. — **R. Mounot**

Mesure des tensions dans la gamme radioélectrique. — **J. Raux**

Conduire une étude. — **J. Loeb**



Régisseur exclusif de la Publicité de l'Onde Electrique : Agence-Publéditec-Domenach, 21, Rue des Jeuneurs, PARIS-2e, Tél. CENtral 97-63



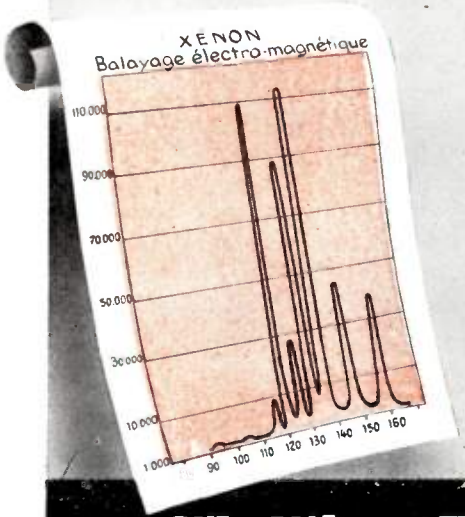
Régisseur exclusif de la Publicité de l'Onde Electrique : Agence-Publéditec-Domenach, 21, Rue des Jeuneurs, PARIS-2e, Tél. CENtral 97-63

SPECTROMÈTRE DE MASSE....

TYPE SM 221

CSF

ANALYSE INDUSTRIELLE
DES MÉLANGES DE GAZ
ET DE VAPEURS
TRAVAUX de RECHERCHES
SUR LES ISOTOPES



CARACTÉRISTIQUES :

Pouvoir de résolution . . . : maximum 300
Échelle de masses . . . . . : de 1 à 300
Rapport d'abondance mesurable : minimun 1/30.000

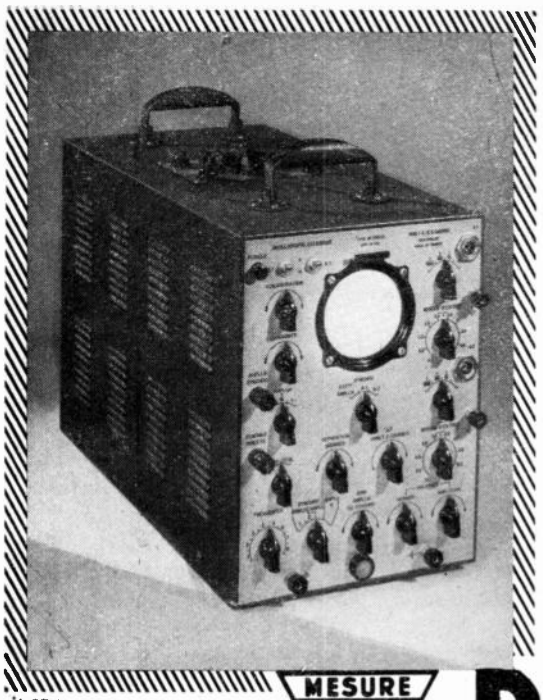
Cie Gle DE TELEGRAPHIE SANS FIL

CENTRE DE RECHERCHES TECHNIQUES

23, RUE DU MAROC - PARIS-19e — TÉL. BOT. 17-06, 66-50, 66-51

AG PUBLÉDITEC DOMENACH

Régisseur exclusif de la Publicité de l'Onde Electrique : Agence-Publéditec-Domenach, 21, Rue des Jeuneurs, PARIS-2e, Tél. CENtral 97-63



Nouvel

OSCILLOGRAPHE CATHODIQUE

A 2 VOIES IDENTIQUES
avec commutateur incorporé

TYPE 264 B

- Tube à post-accélération.
- 2 amplificateurs verticaux, gain = 2.000 – b.p. 2,5 MHZ à ± 1db.
- Balayage relaxé ou déclanché, 3 à 250.000 c/s ; observation sur le retour pour transitoires très courts.

Notice technique, prix et délais sur demande.

ACTA

MESURE R D CONTROLE

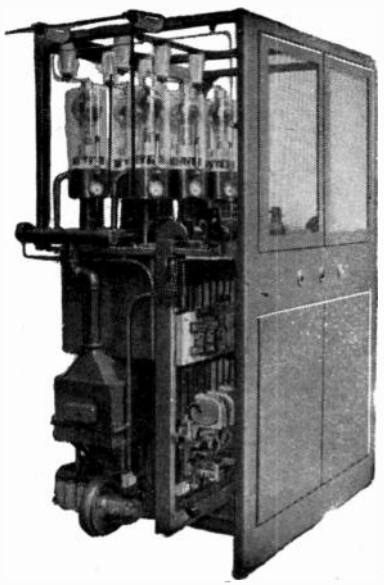
RIBET & DESJARDINS

13, RUE PÉRIER, MONTROUGE (SEINE) ALE. 24-40

S. F. M. E.

Société Française de Matériel Electrique

62 Rue Denis-Papin, PANTIN (Seine) - Téléphone : NORD 47 62



Redresseur — 15.000 volts — 5 ampères

● Redresseurs. Bobines de Self-Inductance pour filtrage de courants redressés. ● Transformateurs spéciaux. ● Réglage de la Tension ● Tableaux et pupitres de commande

Nombreuses Références dans les Stations d'Emission

PANTIN

ÉMETTEURS et RÉCEPTEURS

TÉLÉVISION

A HAUTE DÉFINITION

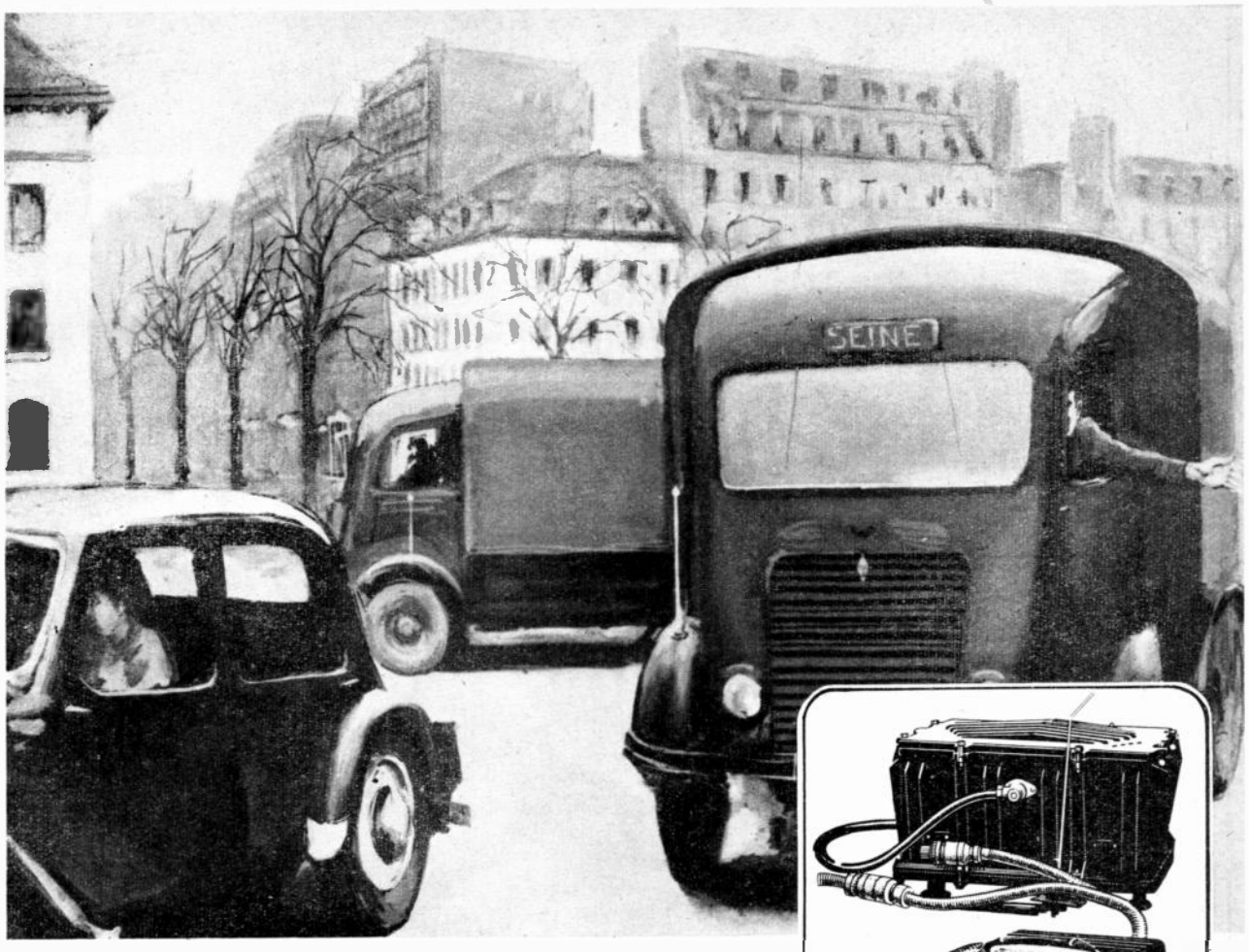
819 LIGNES

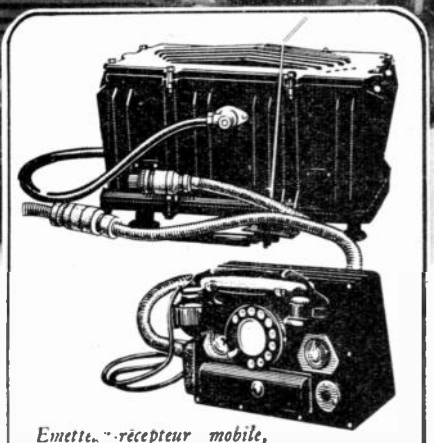
LA RADIO-INDUSTRIE S.A.

55 à 59, R. DES ORTEAUX, PARIS XX^e^

TÉLÉPHONE : ROQuette 26-71 et 91-00

Régisseur exclusif de la Publicité de l'Onde Electrique : Agence-Publéditec-Domenach, 21, Rue des Jeuneurs, PARIS-2e, Tél. CENtral 97-63





Emetteur-récepteur mobile, sur ondes très courtes, type E R M 3463

De votre bureau SUIVEZ *vos camions...*

Un chargement imprévu à prendre, une livraison immédiate a faire, un itinéraire à modifier sur le champ... un camion qui réclame du secours ou un dépannage d'urgence... autant de contacts que vous pouvez établir de *votre bureau* avec vos chauffeurs *au cours de leurs tournées* si vos camions sont équipés avec les émetteurs-récepteurs mobiles L. M. T.

Ils se placent facilement sur toutes les carrosseries, assurent toutes vos communications avec régularité, rapidité et économie, évitent les temps morts, le kilométrage "à vide"... et vous aident à réduire vos frais généraux.

CONSULTEZ-NOUS
sur nos autres fabrications.

Téléphonie automatique • Redresseurs • Dispatching • Émetteurs radio • Radiogoniomètres • Récepteurs de Radiodiffusion • Liaisons radio multivoies • Public Address • Équipements de Studio • Microphones, etc..

L.M.T.

Le Matériel Téléphonique

BOULOGNE-BILLANCOURT (SEINE)

Régisseur exclusif de la Publicité de l'Onde Electrique : Agence-Publéditec-Domenach, 21, Rue des Jeuneurs, PARIS-2e, Tél. CENtral 97-63

L'ONDE ÉLECTRIQUE

Revue Mensuelle publiée par la Société des Radioélectriciens
avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique

ABONNEMENT D'UN AN
FRANCE. . . . . 1650 »
ÉTRANGER. . . . . 1950 »

ÉDITIONS CHIRON
40, Rue de Seine — PARIS (6e)
C. C. P. PARIS 53-35

Prix du Numéro :
160 francs

Vol. XXX — AOUT-SEPTEMBRE 1950 — Numéros 281-282

SOMMAIRE

		Pages
Le synchrocyclotron d'Amsterdam	C. J. BAKKER	347
Emploi des radioéléments dans l'étude des cathodes à oxydes	J. DEBIESSE	351
Le sténo-sonographe phonétique	J. DREYFUS-GRAF	356
Transmission en télévision d'images de transparence variable par des systèmes n'utilisant pas le phénomène d'accumulation	R. MONNOT	362
Mesure des tensions dans la gamme radioélectrique	J. RAUX	382
Conduire une étude	J. LOEB	386
Analyses		17 à 20A

Sur la couverture :

Vue avant et arrière du condensateur papillon " ARENA " — 4 modèles permettant d'obtenir entre stators, 2,5 Pf à 10 Pf. Fréquence maximum stators reliés $>$ 400 M/cs tg δ : $<$ 5.10 à 100 kc/s — 25.10 à 10 Mc/s. Tension service = 300 V max. Blocage du rotor. Lames laiton argenté.

Les opinions émises dans les articles ou comptes-rendus publiés dans L'Onde Électrique *n'engagent que leurs auteurs*

SOCIÉTÉ DES RADIOÉLECTRICIENS

FONDATEURS

† Général FERRIÉ, Membre de l'Institut.

† H. ABRAHAM, Professeur à la Sorbonne.
† A. BLONDEL, Membre de l'Institut.
P. BRENOT, Directeur à la Cie Générale de T. S. F.
J. CORNU, Chef de bataillon du Génie e. r.
† A. PÉROT, Professeur à l'Ecole Polytechnique.
† J. PARAF, Directeur de la Sté des Forces Motrices de la Vienne.
La Société des Ingénieurs Coloniaux.

BUTS ET AVANTAGES OFFERTS

La Société des Radioélectriciens, fondée en 1921 sous le titre « Société des Amis de la T.S.F. », a pour buts (art. 1 des statuts) :

1° De contribuer à l'avancement de la Radiotélégraphie théorique et appliquée, ainsi qu'à celui des Sciences et Industries qui s'y rattachent ;

2° D'établir et d'entretenir entre ses membres des relations suivies et des liens de solidarité.

Les avantages qu'elle offre à ses membres sont les suivants :

1° Service gratuit de la revue mensuelle *L'Onde Électrique* ;

2° Réunions mensuelles, avec conférences, discussions et expériences sur tous les sujets d'actualité technique ;

3° Visites de diverses installations radio-électriques : stations d'émission et de réception, postes de navires et d'avions, laboratoires, radiophares, expositions, studios, etc. ;

4° Renseignements de tous ordres (joindre un timbre pour la réponse).

COTISATIONS

Elles sont ainsi fixées :

1° Membres titulaires, particuliers ..... 1.200 fr.
— sociétés ou collectivités 6.000 fr. / 12.000 fr. / ou 25.000 fr. } au gré de la Société ou Collectivité

2° Membres titulaires, âgés de moins de vingt-cinq ans, en cours d'études ..... 600 fr.

Les membres de ces deux catégories, résidant à l'étranger, doivent verser en plus un supplément pour frais postaux de 300 fr.

3° Membres à vie :

Les particuliers, membres titulaires, peuvent racheter leur cotisation annuelle par un versement unique égal à dix fois le montant de cette cotisation soit ..... 12.000 fr.

4° Membres donateurs :

Seront inscrits en qualité de donateurs, les membres qui auront fait don à la Société, en plus de leur cotisation, d'une somme égale au moins à ..... 5.000 fr.

5° Membres bienfaiteurs :

Auront droit au titre de « Bienfaiteurs », les membres qui auront pris l'engagement de verser pendant cinq années consécutives, pour favoriser les études ou publications techniques ou scientifiques de la Société, une subvention d'au moins ..... 15.000 fr.

Adresser la correspondance administrative et technique, et effectuer le versement des cotisations à l'adresse suivante :

SOCIÉTÉ DES RADIOÉLECTRICIENS
10, Avenue Pierre-Larousse, Malakoff (Seine)

Tél. : ALÉSIA 04-16 — Compte de chèques postaux Paris 697-33

Les correspondants sont priés de rappeler chaque fois le numéro d'inscription porté sur leur carte.
CHANGEMENTS D'ADRESSE : Joindre 20 francs à toute demande.

SOCIÉTÉ DES RADIOÉLECTRICIENS

PRÉSIDENTS D'HONNEUR

† R. Mesny (1947) — † H. Abraham (1947).

ANCIENS PRÉSIDENTS DE LA SOCIÉTÉ

MM.

1922 M. de Broglie, Membre de l'Institut.
1923 H. Bousquet, Prés. du Cons. d'Adm. de la Cie Gle de T.S.F.
1924 R. de Valbreuze, Ingénieur.
1925 † J.-B. Pomey, Inspecteur Général des P. T. T.
1926 E. Brylinski, Ingénieur.
1927 † Ch. Lallemand, Membre de l'Institut.
1928 Ch. Maurain, Doyen de la Faculté des Sciences de Paris
1929 † L. Lumière, Membre de l'Institut.
1930 Ed. Belin, Ingénieur.
1931 C. Gutton, Membre de l'Institut.
1932 P. Caillaux, Conseiller d'Etat.
1933 L. Bréguet, Ingénieur.
1934 Ed. Picault, Directeur du Service de la T. S. F.
1935 † R. Mesny, Professeur à l'Ecole Supérieure d'Electricité.
1936 † R. Jouaust, Directeur du Laboratoire Central d'Electricité
1937 F. Bedeau, Agrégé de l'Université, Docteur ès-Sciences
1938 P. Franck, Ingénieur général de l'Air.
1939 † J. Bethenod, Membre de l'Institut.
1940 † H. Abraham, Professeur à la Sorbonne.
1945 L. Bouthillon, Ingénieur en Chef des Télégraphes.
1946 R.P. P. Lejay, Membre de l'Institut.
1947 R. Bureau, Directeur du Laboratoire National de Radioélectricité.
1948 Le Prince Louis de Broglie, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.
1949 M. Ponte, Directeur Général Adjoint de la Cie Gle de T.S.F

BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

Président :

M. P. Besson, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

Vice-Présidents :

MM. G. Lehmann, Ingénieur-Conseil.
de Mare, Ingénieur.
B. Decaux, Ingénieur en Chef au L. N. R.

Secrétaire Général :

M. R. Rigal, Inspecteur Général Adjoint des P. T. T.

Trésorier :

M. R. Cabessa, Ingénieur au L. C. T.

Secrétaires :

MM. M. Piron, Ingénieur du Génie Maritime.
J. Dockes, Ingénieur des P. T. T.
J. Boulin, Ingénieur à la Direction des Services Radioélectriques.

SECTIONS D'ÉTUDES

N°	Dénomination	Présidents	Secrétaires
1	Etudes générales.	M. de Mare.	M. Fromy.
2	Matériel radioélectr.	M. Aubert.	M. Adam.
3	Electro-acoustique.	M. Bedeau.	M. Poincelot.
4	Télévision.	M. Mallein.	M. Angel.
5	Hyperfréquences.	M. Goudet.	M. Guénard
6	Electronique.	M. Léauté.	M. Brachet.
7	Documentation.	M. Villeneuve.	M. Charlet.

Les adhésions pour participation aux travaux des sections doivent être adressées au Secrétariat de la Société des Radioélectriciens, 10, Avenue Pierre-Larousse, à Malakoff (Seine).

INFORMATIONS

OFFRE D'EMPLOI

069. — Techn. Radio 15 ans prat. Licens. ès Sc. cher. place Ing. Etudes LABO. — Débuterait comme A T 3 — Envoyer réponse à l'Onde Electrique qui transmettra.

DEMANDE D'EMPLOI

070. — Jeune Ingénieur pour Service technico-commercial tubes électroniques. Se présenter 46, Avenue de Breteuil, Paris-7e.

LE SYNCHROCYCLOTRON D'AMSTERDAM [1]

PAR

C. J. BAKKER

Je suis très honoré de pouvoir vous présenter et discuter devant vous le cyclotron d'Amsterdam à l'occasion du congrès d'Electronique et de Radioélectricité organisé par la Société des Radioélectriciens à Paris.

Introduction

Il est bien connu que le cyclotron sert à l'accélération des noyaux d'atomes parmi les plus légers. Ces noyaux légers d'atomes sont :

a) Le *proton* qui est le noyau de l'atome d'hydrogène normal. Sa masse est de $1{,}6.10^{-24}$ gramme, sa charge électrique de $1{,}6 \times 10^{-19}$ coulomb ;

b) Le *deutéron* qui est le noyau de l'atome d'hydrogène lourd. Sa masse égale deux fois celle du proton, sa charge est identique ;

c) La *particule alpha* qui est le noyau de l'atome d'hélium. Sa masse égale quatre fois celle du proton, sa charge est double de celle du proton.

Le rayon des trois noyaux cités est de l'ordre de grandeur de 10^{-13} cm.

Il convient d'accélérer ces noyaux pour engendrer et observer les réactions nucléaires. Dans ce but il est, en général, nécessaire de mettre le noyau « projectile » en contact intime avec le noyau « bombardé ». Les détails de la mécanique des quanta mis à part, il est nécessaire de vaincre la force électrostatique répulsive (force de Coulomb) entre le projectile à charge positive et le noyau à charge positive qui constitue le « but ». Il est facile de calculer qu'il faut, pour le bombardement des noyaux lourds, développer une énergie de 15 MeV ou davantage. Au moyen d'appareils générateurs de tension constante, une aussi haute différence de potentiel ne peut être obtenue. Par suite des difficultés d'isolement, la limite des générateurs de tension constante se situe entre 5 et 10 MeV. Avec le cyclotron on peut atteindre une énergie bien plus grande ; les particules n'y sont pas accélérées en une seule fois sous une très haute tension, mais en plusieurs fois, par une succession d'impulsions sous une tension relativement basse. Si la tension accélératrice est de 10 kV et si celle-ci est appliquée 3 000 fois, l'énergie finale est de 30 MeV. Ces nombres sont valables à peu près pour le cyclotron d'Amsterdam pour l'accélération des deutérons.

Le cyclotron classique

La figure 1 donne le principe du cyclotron dit « classique ». Il consiste en un grand électro-aimant dans l'entrefer duquel se trouve une boîte à vide et dans cette boîte deux électrodes creuses en forme de D

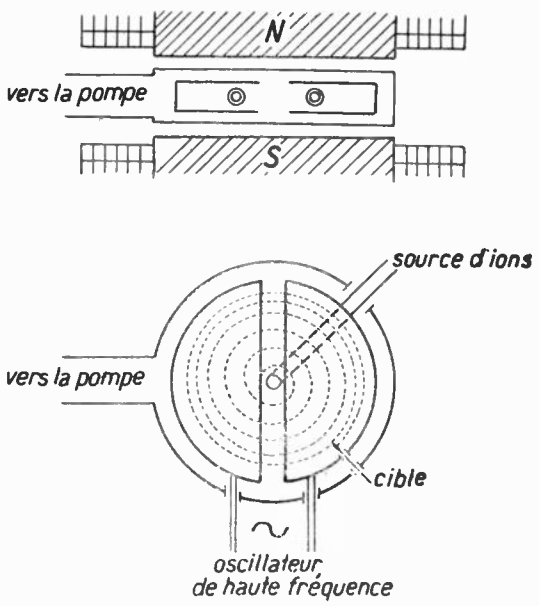


FIG. 1. — Schéma du cyclotron classique. Dans le champ magnétique, entre les pôles N et S, deux électrodes creuses en forme de D sont enfermées dans une enceinte vide d'air. Les ions sont formés au centre du champ magnétique. Une tension alternative sur les D détermine l'accélération des ions au moment où ils franchissent la fente qui sépare les D. Les ions se meuvent, suivant une trajectoire en spirale, vers l'extérieur jusqu'à ce qu'ils viennent frapper la cible.

majuscules. Au milieu du champ une source émet les ions et ceux-ci sont accélérés dans la fente entre les deux D. Les ions animés d'une vitesse uniforme dans le D décrivent une trajectoire circulaire dans le champ magnétique. On démontre que la vitesse angulaire des ions dans le champ magnétique est indépendante de leur énergie ; les ions arrivent, par conséquent, au passage de la fente après un temps

(1) Conférence prononcée à l'occasion du Congrès d'Electronique et de Radioélectricité de janvier 1950.

de parcours exactement déterminé. On fait osciller la tension entre les D avec une fréquence qui est une fonction de la vitesse angulaire des ions. Les ions se meuvent suivant une spirale qui se développe vers l'extérieur du champ magnétique où ils bombardent la cible.

La vitesse angulaire des ions est donnée par la formule suivante :

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{e}{m}\frac{H}{c}$$

L'énergie cinétique E est

$$E = 1/2\ m\ v^2 = 1/2\ (\omega r)^2 = \frac{e^2}{2\ mc^2}\ (H\ r)^2$$

Par exemple, pour un champ magnétique H de 14.000 Gauss et un rayon r de 80 cm on trouve à peu près

— Pour les deutérons : $E_D = 30$ MeV. $\nu \sim 10^7$ c/s.

— Pour les particules alpha $E_\alpha = 60$ Mev. $\nu \sim 10^7$ c/s ;

— Pour les protons $E_p = 60$ MeV. $\nu \sim 2.10^7$ c/s.

Ces nombres sont à peu près valables pour le cyclotron d'Amsterdam. La fréquence de la tension alternative est égale à 10^7 c/s. ; il en résulte que les deutérons et les particules alpha sont accélérés respectivement jusqu'à 30 et 60 MeV.

Les limites du cyclotron classique

Toutefois une difficulté se présente. Pendant le parcours d'accélération la vitesse angulaire des particules diminue légèrement et ceci pour deux raisons :

a) Il faut que le champ magnétique H diminue lorsque r augmente afin d'assurer la focalisation des ions, aussi bien horizontalement que verticalement.

b) La masse m des particules croît avec la vitesse des particules selon la relation relativiste

$$m_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

où m_0 est la masse au repos ; c'est ainsi que pour les deutérons de 30 MeV

$$\frac{\Delta m}{m} = 1{,}5\ \%$$

et pour les protons de 60 MeV $\dfrac{\Delta m}{m} = 6\ \%$

La décroissance de la vitesse angulaire des particules pendant le parcours d'accélération a, dans le cyclotron « classique », la conséquence suivante : les particules subissent un retard de phase sur la tension d'accélération qui possède une fréquence *constante*. L'effet de ces retards, qui s'ajoutent les uns aux autres, peut éventuellement conduire à une différence de phase entre particules et tension telle qu'au lieu d'une accélération, il puisse se produire un ralentissement. On peut éviter ce dernier inconvénient en limitant dans un cyclotron « classique » le nombre des accélérations en élevant corrélativement le potentiel d'accélération élémentaire. Ainsi, il est normal dans un cyclotron « classique » d'appliquer entre les deux D une tension alternative de 200 kV et parfois plus. Cette réalisation présente déjà des difficultés techniques considérables.

Principe du synchrocyclotron

Il paraît normal d'éviter la difficulté mentionnée ci-dessus en diminuant, pendant le parcours d'accélération, la fréquence de la tension alternative électrique entre les deux D. Il subsistera une certaine proportion de particules, accélérées en concordance de phase, dont la vitesse angulaire restera continuellement en accord avec la fréquence angulaire momentanée de la tension alternative. Ce nombre de particules « synchrones » serait toutefois extraordinairement petit. En 1945 Mc Millan (en Amérique) et Veksler (en Russie) ont été amenés simultanément à reconnaître qu'un groupe considérable de particules dont la phase dévie des « particules synchrones » peut atteindre le but final : il y a stabilisation de phase. Cet effet peut s'expliquer très simplement de la manière suivante.

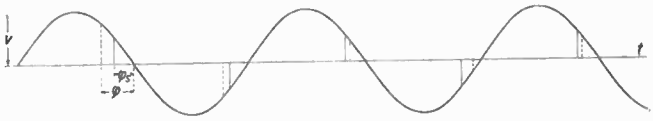


FIG. 2. — Démonstration schématique de la stabilisation de phase. La ligne verticale pleine représente le groupe des ions accélérés « synchrones » avec angle de phase φ_s. La phase φ des ions non-synchrones oscille autour de φ_s (ligne pointillée).

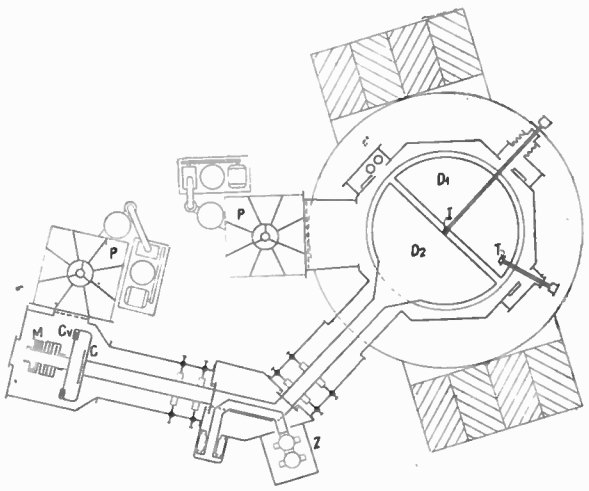


FIG. 3. — Coupe horizontale schématique du synchrocyclotron d'Amsterdam.

I = source d'ions, T = cible, P = pompes à vide, D_1, D_2 = électrodes d'accélération, D_1 est au potentiel de la terre, D_2 est à l'extrémité d'un système oscillant en demi-onde. A l'autre extrémité se trouvent, une capacité constante C, une capacité variable C_r entraînée par le moteur M. Les capacités C et C_r, le moteur M sont également placés sous vide. Le système est auto-oscillant et excité par les tubes oscillateurs Z.

Dans la figure 2 la ligne sinusoïde indique la variation de la tension dans la fente entre les *D* en fonction du temps. La décroissance de fréquence n'y est pas reproduite. Soit φ_s la phase des particules « synchrones » : ce sont celles dont la vitesse angulaire est toujours exactement égale à la fréquence angulaire instantanée de la tension alternative. Il va sans dire que φ_s dépend de l'amplitude *V* de la tension alternative et de $\frac{d\omega}{dt}$ vitesse de décroissance progressive de la fréquence.

Considérons maintenant une particule dont l'angle de phase est φ : supposons $\varphi > \varphi_s$ au début (à gauche de la fig. 2, ligne pointillée), c'est-à-dire que la particule est arrivée « en avance » dans la fente entre les *D*. Comme la figure l'indique, elle subit alors une plus forte accélération qu'une particule synchrone, sa masse subit un plus fort accroissement relativiste et sa vitesse angulaire diminue un peu plus que celle d'une particule synchrone ; à l'accélération suivante la différence de phase $\varphi - \varphi_s$ est devenue plus petite. Un calcul plus détaillé montre que la phase φ oscille autour de la phase synchrone φ_s.

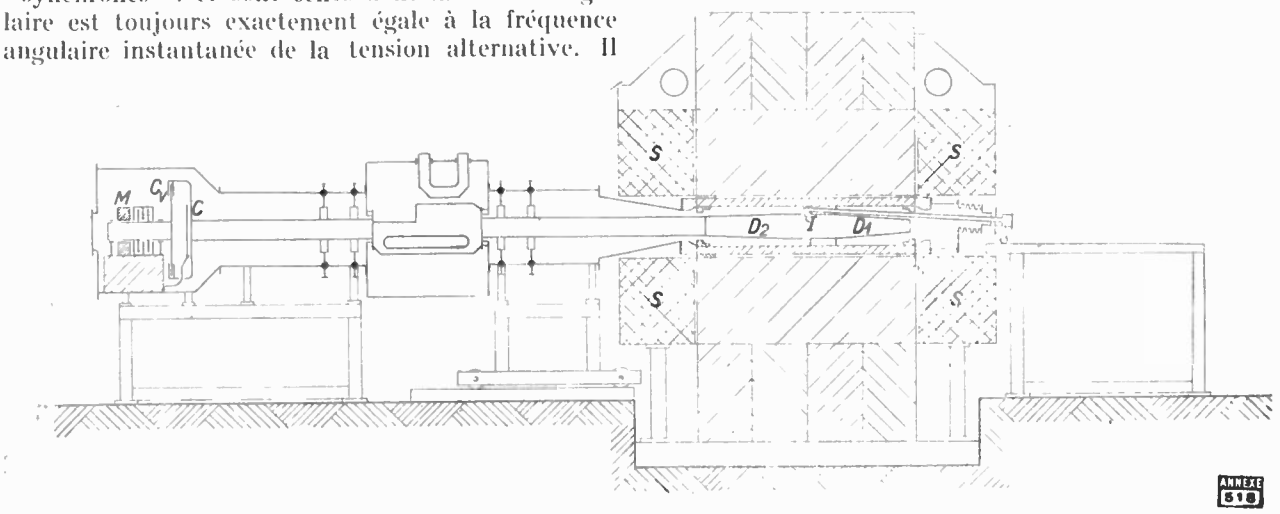


FIG. 4. — Coupe schematique verticale du synchrocyclotron d'Amsterdam. Même légende que pour la figure 3. S figurent les bobines d'excitation de l'électro-aimant.

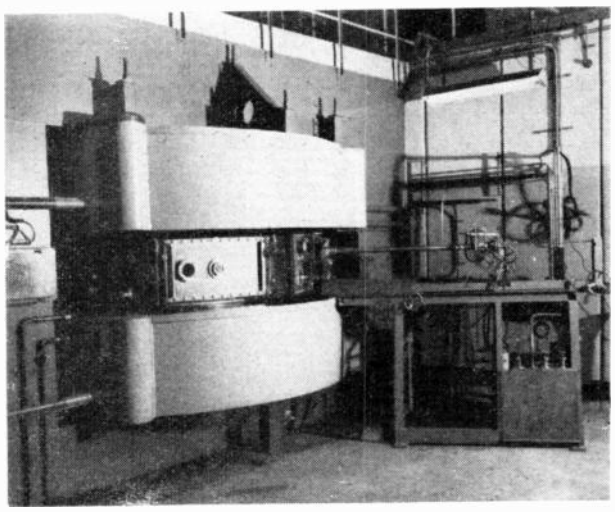


FIG. 5. — Aspect de l'une des faces du synchrocyclotron d'Amsterdam. Entre les pôles de l'aimant se trouve la boîte à vide. Sur la droite, le tube qui porte la source des ions est extrait de la boîte à vide. C'est par ce tube que le gaz est conduit à la source d'ions au centre du champ magnétique. La cible est introduite au côté gauche de la boîte à vide ; (elle n'est pas en place sur cette photographie).

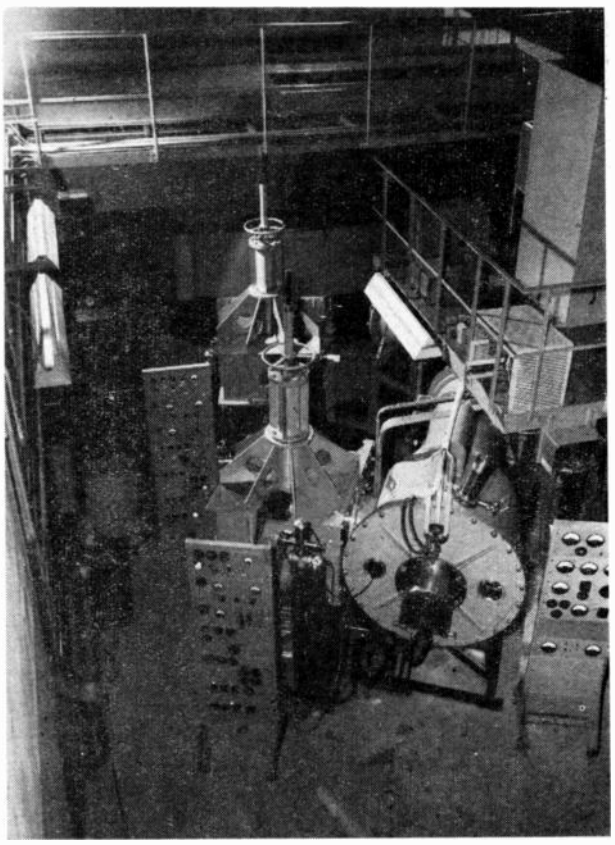


FIG. 6. — Face opposée du synchrocyclotron d'Amsterdam. Dans le cylindre à vide au premier plan se trouve le modulateur condensateur variable avec son moteur d'entraînement. Les deux groupes de pompage sont visibles au centre de la photographie.

Cet effet est indiqué approximativement sur la figure.

L'équation différentielle de ce mouvement oscillant est la même que celle d'un balancier sur lequel agit un couple retardateur $eV \sin \varphi$ à côté d'un couple constant $eV \sin \varphi_s$.

Grâce à cette stabilisation de phase un synchrocyclotron peut entraîner un courant d'ions d'intensité raisonnable. En outre, la tension alternative sur les D peut ne pas être aussi haute que pour un cyclotron classique : une tension de crête de 10 à 15 kV est une valeur fréquemment employée. Il suffit de mentionner que dans le cyclotron d'Amsterdam la fréquence de l'oscillateur baisse et monte alternativement 2.000 fois par seconde avec une modulation

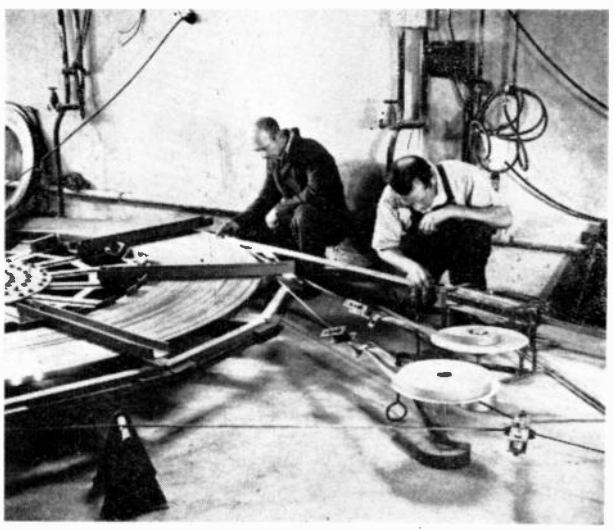


Fig. 7. — Machine ayant servi à l'enroulement de la bande de cuivre des bobines de l'électro-aimant. La roue est actionnée par un câble. Deux rubans isolants sont enroulés en même temps que la bande de cuivre.

d'environ 3,5 %. Le courant résultant des particules se compose donc aussi de 2.000 flux d'ions à chaque seconde. La modulation est effectuée à l'aide d'un condensateur variable constitué par une roue dentée tournant en face d'une couronne de dents fixes.

Le Synchrocyclotron d'Amsterdam

Les figures 3 et 4 montrent schématiquement la disposition du cyclotron d'Amsterdam. Les figures 5 et 6 sont des photographies d'ensemble du cyclotron. La Fig. 7 représente la machine ayant servi à enrouler la bande de cuivre qui constitue la bobine de l'aimant. La figure 8 représente le modulateur.

Le cyclotron d'Amsterdam sera employé d'une part pour des expériences de physique nucléaire : il y a là encore un grand nombre de problèmes à résoudre, il y a un grand terrain de recherches à défricher.

D'autre part on produira à l'aide du cyclotron des substances radioactives artificielles. Celles-ci

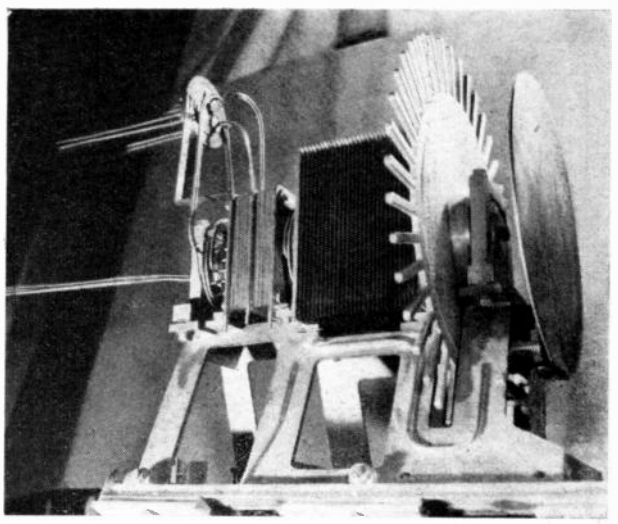


Fig. 8. — Modulateur avec son moteur.

trouvent de nombreuses applications comme « traceurs » dans beaucoup de sciences, telles que la chimie, la biologie, la médecine, l'agriculture, la technique. L'application à la thérapeutique médicale dans des cas très spéciaux n'est encore qu'à l'état embryonnaire.

A une question qui a été posée après cette conférence, je puis répondre et situer ainsi la position de quelques cyclotrons. Le synchrocyclotron d'Amsterdam peut produire des protons rapides accélérés jusqu'à 60 MeV. On a construit à Harwell, en Angleterre un synchrocyclotron pour l'accélération des protons jusqu'à 160 MeV. Le plus grand synchrocyclotron se trouve en Amérique à Berkeley en Californie. Celui-ci produit des protons de 380 MeV. En Amérique on étudie et l'on envisage de construire des machines énormes, dénommées « protons-synchrotrons », qui produiront des protons d'une énergie de 7 milliards d'électron-volts.

EMPLOI DES RADIOÉLÉMENTS DANS L'ÉTUDE DES CATHODES A OXYDES (1)

PAR

M. Jean DEBIESSE

L'adjonction d'isotopes radioactifs aux oxydes émissifs des cathodes permet, par l'examen au compteur de Geiger du rayonnement des diverses électrodes, d'étudier l'évaporation du baryum et du strontium pendant l'activation et le fonctionnement des tubes.

Une cathode à oxydes est obtenue en enduisant au pistolet un petit tube de nickel d'un revêtement de carbonates de baryum et de strontium.

Par traitement thermique sous le vide, le tube de Ni se recouvre d'une couche de quelques dizaines de μ, d'épaisseur d'oxydes de Ba et de Sr.

Après activation, la cathode obtenue, portée à une température d'environ 1100^{o}_{K} peut donner, selon les conditions d'excitation électrique un courant variant de 0,1 à 10 ampères par cm^2.

De très nombreux travaux ont été entrepris depuis bientôt 25 ans pour essayer de comprendre le mécanisme du fonctionnement des cathodes à oxydes.

Je m'en tiendrai tout d'abord à la description objective des résultats expérimentaux actuellement bien établis.

Une bonne cathode, capable en régime statique de débiter une intensité de courant de 100 à 200 milliampères, se présente ainsi :

— Le nickel du tube contient un pourcentage convenable (1 pour 1 000 environ) d'éléments réducteurs comme Mg — Si — Mn — Al.

Ce nickel est recouvert d'une couche d'environ 1/100 de μ d'épaisseur d'un sel oxygéné de Ba (silicate ou aluminate de Ba), ce qui correspond à l'empilement d'une dizaine de molécules.

Après cette couche, dite intermédiaire, vient un revêtement épais de quelques 40 μ (soient 80.000 couches moléculaires) d'oxyde double de baryum et de strontium.

Enfin une épaisseur de 200 à 2.000 couches moléculaires d'oxyde de strontium (0,1 à 1 μ) recouvre la cathode.

L'ensemble des oxydes est imprégné de Ba à raison d'un atome pour 1.000 molécules d'oxydes.

Ce baryum apparaît ainsi à la surface extérieure des oxydes, rassemblé en plages plus ou moins étendues qui semblent être à l'origine de l'émission des électrons pendant le fonctionnement de la cathode.

Au point de vue quantitatif, une cathode contient par exemple :

— Quelques milligrammes de Ba 0 ;

— Quelques milligrammes de Sr 0 ;

— Quelques microgrammes de Ba (variant selon les auteurs de 5 à 60).

Tous les résultats précédents ont été obtenus jusqu'ici :

— Par analyse chimique ;

— Par analyse aux rayons X ;

— Par étude au microscope ;

— Par diffraction électronique ;

— Par étude au microscope électronique ;

— Par étude de l'effet photoélectrique.

Analysons rapidement ces diverses méthodes.

L'analyse chimique des quelques milligrammes de métaux alcalino-terreux contenus dans les oxydes est déjà délicate, mais celle des microgrammes de Ba, libérés par réduction de l'oxyde, est tout à fait acrobatique.

On ne peut faire cette analyse, sur une cathode montée dans un tube vide, qu'à l'aide d'un gaz ne réagissant pas sur Ba 0 ou Sr 0.

De nombreuses techniques ont été utilisées par différents chercheurs. Les uns injectent de la vapeur d'eau et mesurent l'hydrogène libéré, d'autres déterminent la quantité d'oxygène nécessaire, pour oxyder le Ba, d'autres enfin réduisent du CO_2 par le Ba et étudient le C 0 obtenu.

Je signale que la diffraction électronique n'a pas permis de mettre en évidence le Ba superficiel, car il est trop peu abondant.

En utilisant l'effet photoélectrique il est enfin possible de calculer approximativement les quantités de Ba à la surface des oxydes ; il est normal que des expériences aussi délicates aient conduit à des résultats numériques très variables.

(1) Communication présentée au Congrès d'Electronique et de Radioélectricité de janvier 1950.

D'autres analyses chimiques ont permis de montrer que la couche superficielle de Sr 0 se forme pendant le premier traitement et l'activation.

Les proportions relatives de Sr et de Ba dans la couche d'oxydes semblent les mêmes dans des tubes neufs et dans les tubes ayant fonctionné plus de mille heures.

La quantité absolue des métaux alcalino terreux ne semble pas varier au cours du fonctionnement des mêmes tubes, mais il est difficile d'être affirmatif.

L'analyse aux rayons X de la couche d'oxydes n'est pas aisée non plus. Il faut séparer les oxydes et les placer sur le trajet des rayons X dans le vide, ou dans un gaz inerte qu'il faut éliminer par la suite.

Cependant cette technique a permis de reconnaître l'existence de la couche intermédiaire, celle de la solution solide de Ba 0 / Sr 0 dans la partie profonde des oxydes ; celle enfin du revêtement de Sr 0 à la surface des oxydes.

L'étude des couches d'oxydes au *microscope ordinaire* et *au microscope électronique* ont permis de montrer que l'émission des cathodes est liée dans une certaine mesure à la forme cristalline des oxydes.

La *température dans la couche émissive* est assez mal connue. Il y a un gradient de température quand on passe du nickel au vide à travers la couche d'oxydes.

Quand au potentiel, il est lui aussi assez mal déterminé. Pour certains chercheurs, une différence de potentiel importante existe entre le nickel et la couche intermédiaire ; pour d'autres, c'est entre la couche extérieure d'oxydes et le vide qu'elle est la plus grande.

Des mesures de résistivité ont montré que l'émission varie dans le même sens que la conductibilité de l'oxyde.

C'est à partir de ces résultats assez imprécis que de nombreux physiciens ont essayé d'échafauder des théories des cathodes à oxydes.

Je n'en retiendrai que trois :

Théorie de Wilson. — Après activation, les cristaux d'oxydes sont imprégnés de Ba, qui transforme l'oxyde en un semi-conducteur. Des électrons passent du Ni dans ce Ba, qui les restitue aux oxydes.

L'émission se fait à partir de la couche de contact Ni, oxyde, qui est la zone fondamentale.

Des expérimentateurs ont alors noyé une spirale de Ni dans l'oxyde. Utilisant alternativement le tube de Ni, puis la spirale, ces auteurs ont obtenu le même courant, bien que les surfaces de nickel soient dans le rapport 3 à 1.

Par ailleurs, les atomes de Ba et les molécules de Ba 0 sont du même ordre de grandeur ; il paraît improbable que le Ba puisse prendre des positions intersticielles dans le réseau d'oxydes.

Pour *de Boër*, le Ba absorbé par l'oxyde s'ionise thermiquement. Il y a formation d'un nuage électronique qui peu à peu s'évapore de l'oxyde.

Au total, l'émission a lieu dans toute la masse de l'oxyde.

Mais, d'une part, on n'a pas pu lier l'émission à la quantité d'oxyde, d'autre part, la théorie entraîne comme conséquence que le travail d'extraction photoélectrique des électrons est plus grand que le travail d'ionisation thermique, ce qui n'est pas démontré.

— *Ushara et Takahari*, ont admis au contraire que travail d'extraction thermique et travail photoélectrique sont identiques. Ces auteurs reprennent alors la théorie du semi-conducteur, en essayant d'utiliser les idées de Boër.

Quant aux théories sur l'émission des cathodes émettant des courants de 10 A /cm², elles sont aussi incertaines.

En résumé, aucune théorie définitive n'a permis, jusqu'ici, d'expliquer complètement tous les phénomènes observés. Cela provient certainement de l'imprécision des résultats expérimentaux et de la difficulté rencontrée à en obtenir de meilleurs avec les procédés de recherches utilisés.

N'oublions pas que les cathodes à oxydes sont essentiellement hétérogènes, tandis que tous les procédés mis en œuvre ne font que des analyses globales et cumulatives.

Comme il faut étudier à l'échelle presque atomique, il est normal d'utiliser des radio-éléments qui fournissent un outil de choix pour prospecter le fonctionnement des cathodes à oxydes.

Il est possible d'obtenir des radio éléments du Ba et du Sr et de les incorporer au revêtement normal d'une cathode.

Chacun de ces radio éléments se détruit peu à peu en émettant des rayons β (électrons négatifs de grande énergie).

Ceux-ci traversent la paroi fine d'un compteur de Geiger-Muller, à chacun d'eux correspond une impulsion qu'il est possible d'enregistrer à l'aide d'une échelle de comptage.

Les atomes d'un radio élément ont une certaine probalité de se détruire dans un temps déterminé en émettant un rayonnement et en se transformant en un autre atome stable ou radioactif.

λ étant la probabilité de destruction d'un atome par unité de temps, le nombre d'atomes détruits à chaque instant est proportionnel au nombre d'atomes présents.

La variation dN (du nombre d'atomes N), mesurée par le nombre de rayons β émis pendant le temps dt dans le cas présent, est :

$$dN = -\lambda N\, dt \qquad (1)$$

ou

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \qquad (2)$$

N_0 étant le nombre d'atomes présents au temps $t = 0$.

La période T est le temps au bout duquel $N = \frac{N_0}{2}$ (3)

Je rappelle que λ constante radioactive est caractéristique d'un radio élément.

A partir des produits de fission de l'uranium 235 on peut séparer les radio éléments suivants :

$$^{140}_{56}\mathrm{Ba} \xrightarrow[T=12\,\text{jours},5]{\beta\,(1,2\ \text{Mev})} {}^{140}_{57}\mathrm{La} \xrightarrow[T=40\ \text{h.}]{\beta\,(1,45\ \text{Mev})} {}^{140}_{58}\mathrm{Ce}\ \text{stable}$$

$$^{90}_{38}\mathrm{Sr} \xrightarrow[T=25\ \text{ans}]{\beta\,(0,6\ \text{Mev})} {}^{90}_{39}\mathrm{Y} \xrightarrow[T=2\ j,75]{\beta\,(2,5\ \text{Mev})} {}^{90}_{40}\mathrm{Zr}\ \text{stable}$$

$$^{89}_{38}\mathrm{Sr} \xrightarrow[T=55\ \text{jours}]{\beta\,(1,5\ \text{Mev})} {}^{89}_{39}\mathrm{Y}\ \text{stable}$$

Au bout d'un temps suffisant, il y a équilibre de régime ; le 140 La et le 90 Y se détruisent respectivement avec les périodes du 140 Ba et du 90 Sr.

Dans une étude préalable ayant séparé les isotopes $^{90}_{38}\mathrm{Sr}$ et $^{89}_{39}\mathrm{Sr}$ du $^{140}_{56}\mathrm{Ba}$ la décroissance de l'activité de ces deux séries d'isotopes fut étudiée en fonction du temps, afin de déterminer les périodes.

En filtrant les rayonnements β par des écrans convenables de Pb et d'Al, il fut possible d'étudier l'énergie des rayons β.

Toutes ces mesures préalables confirmèrent l'existence des isotopes prévus et d'eux seuls.

Si l'on admet que les sept isotopes naturels du Ba et les cinq isotopes naturels du Sr se comportent respectivement dans un tube donné, comme les radio éléments introduits, d'après les résultats obtenus avec ces derniers on peut calculer les quantités de Ba et de Sr correspondantes.

Dans une première série d'expériences, les radio éléments 140 Ba, 90 Sr, 89 Sr furent incorporés à la pâte habituelle de CO_3 Ba /CO_3 Sr. Celle-ci étant bien homogène, des prélèvements d'une même quantité de pâte donnaient le même nombre de coups au compteur, des cathodes furent enduites au pistolet selon la technique habituelle.

Un certain nombre de cathodes témoins furent alors étudiées en fonction du temps. D'autres furent montées dans des tubes EL3 et UL41. Ces tubes ayant été traités et activés, certains furent étudiés aussitôt, d'autres après quelques centaines d'heures de fonctionnement.

Dans chaque cas, la pièce étudiée, cathode, grille ou anode, est collée en un emplacement précis sur une plaquette de carton et placée au-dessus du compteur, toujours à la même place.

Le compteur est étalonné chaque fois, le bruit de fond est retranché des résultats.

Pour interpréter les mesures, il faut tenir compte de l'apparition du lanthane 140 et de l'Yttrium 90.

Les cathodes témoins présentent des différences d'activité de 25 %. Ce résultat confirme celui obtenu directement par pesée du poids des revêtements de diverses cathodes.

Les différentes électrodes d'un même tube, cathodes comprises étudiées en fonction du temps, présentent des activités de période analogues et subissent des affaiblissements comparables de leurs rayonnements avec les mêmes écrans. Or les cathodes portent les radioéléments Ba et Sr.

Il faut donc admettre que ces diverses électrodes portent aussi les radioéléments Ba et Sr. Il est possible de calculer les poids de Ba et de Sr déposés.

Un calcul rapide donne la décroissance d'activité des divers isotopes en sept jours :

Temps		0 N_0	32 jours N_{32}	39 jours N_{39}
140 Ba		100 atomes	20	12,5
		140 La	23	14,6
90 Sr		100 atomes	99,76	99,71
		90 Y	0,028	0,028
89 Sr		100	65	58

Les produits λN donnant le nombre de coups par unités de temps sont alors :

	λ	λN_{32}	λN_{39}
	à une constante près		
140 Ba	641.10^{-9}	1,112	0,697
140 La	4110.10^{-9}	8,75	5,55
90 Sr	$0,8.10^{-9}$	0,00683	0,006979
90 Y	2250.10^{-9}	0,007	0,007
89 Sr	115.10^{-9}	0,81	0,73

On calcule ainsi que la diminution d'activité entre le 32e et le 39e jour du Ba /La est de 63 %, que celle du 89 Sr est 90 %.

Connaissant la diminution d'activité totale, il est possible de calculer que les différents dépôts doivent être formés de

45 atomes de Ba pour 55 atomes de Sr

Sur une série de tubes E L 3 les résultats sont les suivants :

Masses déposées *sur chaque électrode*	Ba	Sr
G_1 = 0m.g,115	0 mg,061	0 mg,050
G_2 = 0,008	0mg,001	0mg,003
G_3 = 0,037	0mg,007	0mg,006
A = 0,072	0mg,040	0mg,031

Mais il est plus intéressant d'étudier les dépôts obtenus par mm² d'électrode ; on trouve alors qu'ils sont dans l'ordre relatif suivant :

G_1	1
G_2	0,3
G_3	0,1
A	0,3

Il y a par exemple 1,μg 2 de Ba par mm² sur la première grille. Compte tenu des dimensions atomiques, en admettant que Ba soit à l'état libre (?), un calcul rapide permet de se rendre compte que cette grille est recouverte de 1300 couches monoatomiques de Ba (épaisseur 0μ,6).

Afin de confirmer ces résultats, des expériences furent reprises en séparant les radio éléments Ba* et Sr* et en montant des cathodes normales au 140 Ba*, d'autres cathodes normales au 89 Sr* et 90 Sr*.

Puis la comparaison fut faite entre des cathodes témoins et les différentes pièces retirées de tubes

après traitement ;

après activation ;

après fonctionnement.

Sur des tubes traités et activés, les résultats relatifs sont les suivants :

	G_1	G_2	G_3	Anode	Mica
Nbre d'atomes de *Ba*. . . .	45	16 5	4	35	2
Nbre d'atomes de *Sr*. . . .	55	11	5,5	41	4

La grille G_2 présente une anomalie quant au Sr déposé, de nouvelles expériences devront être faites.

Ces expériences ont néanmoins démontré l'évaporation du Sr à partir de la cathode, Sr qui se dépose ensuite sur les électrodes.

Ceci a été confirmé :

Par des travaux américains : étudiant au spectrographe de masse les produits d'évaporation des cathodes à oxydes, il fut démontré que le Sr s'évaporait en quantité aussi importante que le Ba.

La technique précédente utilisant les produits de fission de l'uranium 235, quoique sûre, quant aux résultats, présente toutefois deux défauts : elle est longue et délicate.

Or le baryum et le strontium peuvent, sous l'action de neutrons d'énergie convenable, donner directement des isotopes radio actifs, mais les sections efficaces sont faibles, les impuretés comme Na peuvent donner des radio éléments gênants, le Ni support peut être lui aussi la cause de rayonnements secondaires.

Ainsi, d'une part des cathodes nues de Ni, d'autre part des cathodes normales recouvertes de leur revêtement de CO_3 Ba /CO_3 Sr furent exposées aux neutrons de la pile de Chatillon pendant 20 jours.

Dans ces conditions, les métaux alcalino-terreux donnent les radio-éléments suivants :

$$^{130}_{56}\mathrm{Ba}\ (n,\gamma)\ 0{,}101\,\% \longrightarrow {}^{131}_{56}\mathrm{Ba} \xrightarrow{\beta-,\ T = 12\ \text{jours}} {}^{131}_{57}\mathrm{La}\ ?$$

$$^{134}_{56}\mathrm{Ba}\ (n,2n)\ 2{,}42\,\% \longrightarrow {}^{133}_{56}\mathrm{Ba} \xrightarrow{\beta-,\ T = 1\text{j},62} {}^{133}_{57}\mathrm{La}\ ?$$

$$^{138}_{56}\mathrm{Ba}\ (n,\gamma)\ 71{,}7\,\% \longrightarrow {}^{139}_{56}\mathrm{Ba} \xrightarrow{\beta-,\ T = 1\text{h}.43} {}^{139}_{57}\mathrm{La}\ \text{stable}$$

$$^{86}_{38}\mathrm{Sr}\ (n,\gamma)\ 0{,}86\,\% \longrightarrow {}^{87}_{38}\mathrm{Sr} \xrightarrow{\beta-,\ T = 2\text{h}.7} {}^{87}_{39}\mathrm{Y} \xrightarrow{\beta-,\ T = 3\text{j},5} {}^{87}_{40}\mathrm{Zr}\ \text{stable}$$

$$^{88}_{38}\mathrm{Sr}\ (n,\gamma)\ 82{,}56\,\% \longrightarrow {}^{89}_{38}\mathrm{Sr} \xrightarrow{\beta-,\ T = 55\ \text{j}.} {}^{89}_{39}\mathrm{Y}\ \text{stable}$$

En retranchant de chaque mesure obtenue avec une cathode ordinaire l'activité de la cathode nue de nickel correspondante, on obtient l'activité due aux radio éléments formés à partir des métaux alcalino-terreux.

Par étude de la période, par filtration des rayonnements avec des écrans convenables, il est possible de déterminer les quantités relatives et absolues de Ba et de Sr déposées sur les diverses électrodes.

Les résultats sont comparables à ceux obtenus avec les produits de fission de U_{235}.

Il faut remarquer toutefois que ces dernières mesures sont beaucoup moins précises, car les activités sont environ 100 fois moins grandes.

Il semble que les dépôts de Ba et de Sr se font essentiellement pendant le traitement et l'activation; pendant le fonctionnement des tubes l'évaporation des métaux alcalino terreux est peu sensible. Un résultat analogue aurait été obtenu par voie chimique il y a plus de dix ans. Il avait été reconnu, en effet :

1° Que le rapport Ba /Sr était le même sur des cathodes neuves et sur des cathodes ayant fonctionné 1.000 heures ;

2° Que les quantités de Ba étaient sensiblement les mêmes sur les cathodes neuves et des cathodes ayant débité 1.000 heures ;

3° Que le départ des alcalino-terreux se faisait surtout pendant l'activation.

Mais l'emploi des radio éléments permet d'autres études que celle de l'évaporation et du dépôt des métaux alcalino.

Un problème intéressant est celui de la migration des métaux alcalino-terreux à travers la couche d'oxydes.

Imaginons des cathodes neuves formées d'un tube de Ni, d'une première couche de carbonate de Ba /Sr, d'une grille interne et d'une deuxième couche de carbonate double à laquelle ont été incorporés des radio éléments. Une partie de ces cathodes est gardée comme témoin, l'autre montée dans des diodes.

Après traitement, après activation, après débit d'un courant connu pendant 500 heures, puis 1000 heures, il est possible de séparer la couche externe d'oxydes contenant les radio éléments et de mesurer l'activité obtenue dans la couche profonde.

Si par ailleurs des témoins ont été chauffés à la même température pendant le même temps, sans débiter de courant, il est facile de déterminer les quantités de radio-éléments apparus dans la couche interne par électrolyse, et de relier les quantités précédentes au courant transporté.

Les résultats qualitatifs obtenus actuellement montrent que le passage du courant est en liaison avec la migration des radio éléments vers le Ni.

Les expériences doivent être reprises au point de vue quantitatif, ainsi qu'en opérant tantôt avec 140 Ba, tantôt avec 89 et 90 Sr.

Mais des expériences sont à faire en mettant aussi les radio éléments dans la couche interne et en étudiant leurs migrations dans la couche externe.

Il est probable qu'après activation, il y a double migration, une migration ionique de l'extérieur vers le nickel, et une migration atomique dans l'autre sens.

L'étude entreprise permettra de préciser si ces deux flux antagonistes s'équilibrent.

Mais un autre problème est celui du rôle exact de la couche intermédiaire. Il est curieux de constater qu'un tube A étant de bonne qualité, si l'on enlève sa cathode dans l'air pour la remonter dans un tube neuf B, ce nouveau tube B ne débitera jamais un courant aussi grand que A.

La seule oxydation et hydratation possible du Ba libre ne peut justifier ces résultats.

Il semble possible que la couche intermédiaire empêche la réduction d'oxydes neufs par les éléments réducteurs du métal.

Par l'emploi judicieux des radio éléments il sera possible d'étudier ce mécanisme. Il sera de même possible d'étudier la diffusion des éléments contenus dans le nickel, jusque dans les oxydes, et la diffusion éventuelle des métaux alcalino-terreux dans ce même nickel.

Je ne cite que pour mémoire l'étude du comportement des getters pendant le flashing, comportement qui relève lui aussi de la technique des traceurs.

Je ne puis qu'indiquer des voies possibles sans donner des résultats numériques précis. Cette méthode des traceurs n'est employée dans ce domaine que depuis quelques mois et la technique se perfectionne tous les jours.

Il semble, par exemple, nécessaire maintenant de dissoudre les dépôts et d'étudier les activités sur les solutions obtenues.

Des mesures sont en cours pour retrouver le Ba et le Sr sur toutes les pièces d'un tube, afin d'établir le bilan en Ba et Sr à tous les stades de fonctionnement.

En conclusion.

La technique signalée (1) a permis de révéler l'évaporation du Sr ; elle doit permettre de suivre avec une très grande précision le comportement des métaux alcalino-terreux, éléments essentiels des cathodes à oxydes.

Quand les déterminations quantitatives précises auront été établies, il sera probablement possible de choisir parmi les multiples théories celle qui explique le mieux tous les phénomènes.

Mais outre les cathodes à oxydes, c'est le problème des cellules photo-électriques, celui des redresseurs, celui des semi conducteurs, ainsi que de façon générale tous les problèmes où des traces d'impureté modifient les propriétés de l'ensemble, qui peuvent être étudiés ainsi.

L'emploi des radio éléments pour toutes ces études est donc riche de promesses.

---

(1) CR de l'Académie des Sciences, t. 229, p. 353-354. Séance du 1er août 1949.

LE STÉNO-SONOGRAPHE PHONÉTIQUE [1]

PAR

J. DREYFUS-GRAF

1. Définitions techniques de la pensée et du langage.

Chaque *pensée*, de même que chaque perception, désir, aspiration ou rêve, se localise matériellement dans certaines régions du cerveau, sous forme de certains groupes d'impulsions électro-chimiques.

Quant au *langage*, c'est un instrument collectif qui a pour mission de transmettre certaines sélections de ces groupes d'impulsions, d'un cerveau à d'autres. Il est d'autant plus perfectionné qu'il permet de communiquer plus vite et avec moins d'efforts un plus grand nombre de ces groupes d'impulsions présents ou passés.

Le langage *parlé* et le langage *écrit* en sont les deux formes complémentaires, l'une s'adressant à l'oreille, l'autre à l'œil.

La forme *parlée*, qui se propage par ondes acoustiques, convient surtout aux communications immédiates, présentes. (L'enseignement sur disque ou ruban magnétique ne fait que retarder l'émission acoustique, sans en modifier le caractère instantané). La forme *écrite*, qui peut être condensée sur une surface de papier restreinte, permet de conserver en permanence un discours passé et d'en ressusciter à volonté n'importe quelle partie, pendant une durée quelconque.

Langage et pensée sont fonctions l'un de l'autre. Ils ne peuvent se former et se perfectionner que mutuellement.

2. Les premiers langages parlés et écrits.

L'Histoire commence avec les premières inscriptions humaines déchiffrables. C'est-à-dire vers l'an — 4000 en Mésopotamie avec les idéogrammes sumériens, vers l'an — 3000 en Egypte avec les hiéroglyphes, vers la même époque en Chine avec des idéogrammes conservés en partie de nos jours, vers l'an — 1000 aux Indes avec l'écriture sanscrite, et en Amérique Centrale avec l'écriture maya.

Tout ce qui est antérieur à ces traces d'inscriptions se perd dans la nuit de la Préhistoire.

Pourtant les premières étincelles de pensée quasi-humaine ont dû jaillir, il y a 500.000 ans déjà, dans les crânes des pithécantropes ou hommes-singes, dont la capacité était comparable à la nôtre, soit 3 fois plus grande que celle du gorille.

Mais ces êtres étaient affligés de mâchoires simiesques, inaptes à former des sons articulés, et de mains impropres à dessiner, le pouce n'étant pas en opposition. Leurs outils en pierre taillée sont les seuls témoins de leur intelligence.

Qu'est-ce qu'une pensée sans langage ? Précisément une étincelle sans combustible, qui s'éteint aussitôt allumée. Le langage seul sera capable d'entretenir, d'attiser, de multiplier à l'infini ces étincelles, jusqu'à cet embrasement collectif : la civilisation.

Toutefois, pour réaliser les aspirations obscures des premiers pithécantropes, il faudra des centaines de millénaires de convulsions biologiques, passant par les tortueuses mutations et évolutions des antropoïdes de Pékin, de Piltdown, de Heidelberg, du Neanderthal, de la Dordogne, de El Azil et autres.

Les premiers dessins artistiques de la Dordogne remontent peut-être à l'an — 50.000. L'artiste y prouve l'homme.

Pourtant les premières traces de langages écrits ne datent que de l'an — 4000 environ. On peut mesurer à ces dernières dizaines de millénaires, combien laborieuse dut être la gestation technique des premiers langages complets, alors même que l'homme était déjà en possession de tous ses moyens biologiques propres à penser, à parler et à écrire.

Les premiers langages complets furent *idéographiques* : ils comprenaient autant de groupes de sons et de graphiques indépendants qu'ils devaient exprimer d'*idées* différentes. Appliqué à notre pensée moderne, ce procédé nous obligerait à apprendre des milliers de signes différents. D'ailleurs les érudits chinois doivent encore se donner cette peine de nos jours.

Un premier pas vers la simplification phonétique fut réalisé vers l'an — 2000 par l'invention du *syllabisme*, qui réduisait le nombre des signes à quelques centaines, et dont un exemple moderne est fourni par le japonais.

Quant à l'écriture hiéroglyphique, elle comprenait un mélange compliqué d'idéogrammes et de signes phonétiques. Les Egyptiens pressentaient peut-être l'alphabet, mais ils ne l'ont pas réalisé, peut-

---

[1] Texte de la conférence expérimentale accompagnant la première présentation restreinte du sténo-sonographe phonétique, le 22 décembre 1949, au Technicum de Genève.

être pour des motifs religieux, l'écriture ayant un caractère sacré, réservé à certaines castes.

Ce n'est que vers l'an — 1500 que se dessina la *révolution alphabétique*, qui allait réduire les milliers d'idéogrammes, d'hiéroglyphes et de syllabes à 22 signes consonnatiques seulement, préparant ainsi la *démocratisation* du langage écrit. Cette époque précédait de peu celle des Tables du Sinaï.

Les Phéniciens, commerçants et navigateurs pressés, furent apparemment les premiers à comprendre la « chimie » du langage, et à en isoler les ultimes atomes phonétiques, les *phonèmes*.

Alors qu'on ne connaît pas encore la souche commune, beaucoup plus ancienne, des diverses familles de langages parlés (indo-européens, sémitiques, mongols et autres), on a pu découvrir les traces de l'alphabet phénicien (dérivé de certains hiéroglyphes) dans tous les alphabets connus, qu'ils soient hébreux, sanscrits, grecs, persans, latins, gothiques, arabes, turcs ou russes.

Toutefois, le premier alphabet phénicien péchait par excès de concision puisqu'il ne comprenait que 22 consonnes et sous-entendait les voyelles.

Les alphabets plus modernes l'ont complété et se composent généralement de nombres de phonèmes compris entre 20 et 30.

Il existe actuellement plusieurs milliers de langues distinctes. L'alphabet phonétique international peut toutes les écrire à l'aide d'une soixantaine de signes différents, au total.

Le progrès technique des langages tend à exprimer un nombre sans cesse croissant d'idées à l'aide d'un nombre toujours plus petit de signes phonétiques.

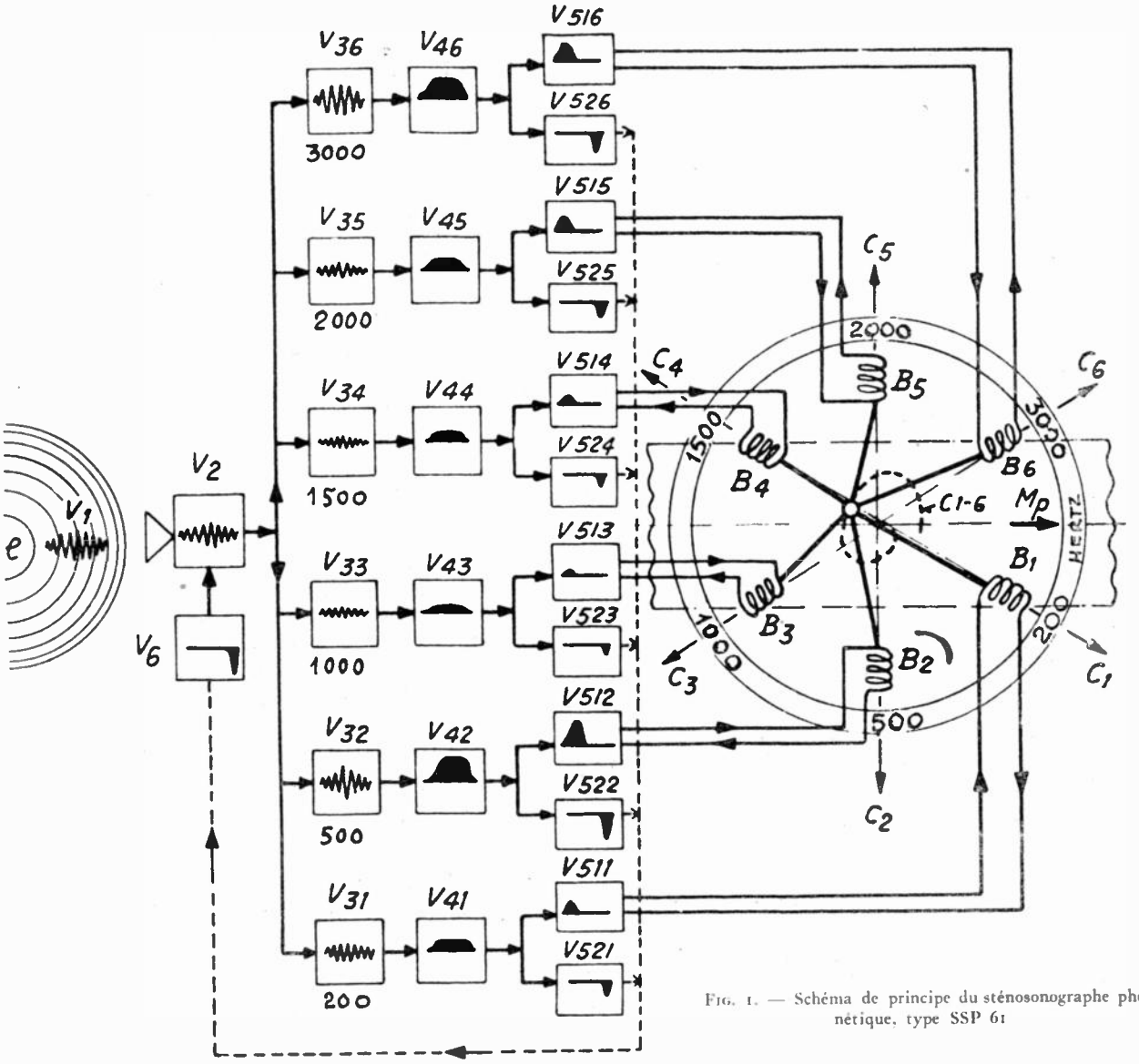


FIG. 1. — Schéma de principe du sténosonographe phonétique, type SSP 61

3. Orthographe et sténographie.

Depuis la naissance du premier alphabet phénicien, plus de trois millénaires se sont écoulés. Sa pureté phonétique originelle s'est altérée, car le langage parlé évolue beaucoup plus vite que le langage écrit. Selon les cas, le même son « O » doit être transcrit orthographiquement de plusieurs dizaines de manières différentes, en français et en anglais par exemple. On semble donc tourner le dos au progrès et retourner vers ce bagage idéographique qui encombrait la mémoire de nos ancêtres préalphabétiques.

Il existe bien dans divers pays, surtout en Angleterre, des mouvements de savants qui luttent pour l'établissement d'un néo-phonétisme. Mais seules diverses sténographies, d'applications techniques limitées, ont pu s'imposer jusqu'à nos jours.

4. Vitesses de pensées et de langages.

Pour en revenir aux définitions techniques initiales de cet exposé, il est évident que la vitesse idéale de débit d'un langage est celle qui se conforme à la vitesse de succession des pensées.

Essayons de préciser cette vitesse. Chaque pensée peut être décomposée en idées élémentaires, qui peuvent être associées à autant de mots ou d'images.

Or la physiologie enseigne qu'à partir d'une succession de 4 images par seconde, la perception de chaque image individuelle peut déjà s'effacer.

On peut donc admettre une vitesse de 3 images par seconde comme limite supérieure. Chaque idée ou image peut être associée en moyenne à un mot de 4 phonèmes. Une vitesse moyenne de 12 phonèmes par seconde doit donc permettre de suivre la pensée à son rythme même. Les extrêmes sont compris entre 24 et 1 par seconde.

C'est précisément la cadence approximative des langages parlés modernes, fruit des dizaines de millénaires de tâtonnements humains esquissés ci-dessus. N'importe quel enfant peut désormais refaire le même chemin en quelques années.

Et l'oreille est parfaitement apte à percevoir séparément 12 phonèmes par seconde. Cette cadence correspond à une sinusoïde de 6 Hertz, et le son ne produit une sensation continue qu'au dessus de 20 Hertz.

Ainsi les langages *parlés* modernes semblent bien proches de l'idéal.

Par contre, les langages *écrits* en sont fort éloignés, car la main est incapable de tracer 12 signes complets par seconde. Quant aux signes sténographiques, ils sont forcément imprécis.

N'est-il pas possible dès lors de perfectionner la technique des langages en remplaçant la main par une machine actionnée directement par les phonèmes parlés aux-mêmes ?

Cette question est à l'origine du « sonographe ».

5. Principes techniques du sonographe.

Selon la fig. 1, chaque élément phonétique, ou phonème, parlé, tel que le son « é » par exemple, se présente d'abord physiquement sous forme d'un train d'onde acoustique, de durée variable entre 1/30 et plusieurs secondes.

Ce train transporte dans l'air une certaine oscillation V_1 de pression atmosphérique, issue de la bouche du parleur. Qu'est-ce que cette bouche ? Un orchestre de plusieurs résonateurs, qui sont excités par les cordes vocales ou le souffle, et qui renforcent à volonté certaines fréquences nommées « formants ».

Les cordes vocales vibrent à une fréquence fondamentale située quelque part entre 100 et 400 Hertz, selon qu'il s'agit d'un homme à voix grave ou d'une femme à voix aiguë. Quant aux résonateurs de l'orchestre bucal, ils sont essentiellement au nombre de 6, leurs formants résidant autour des fréquences 200, 500, 1000, 1500, 2000 et 3000 Hertz. Ces formants sont très éloignés les uns des autres, les 3 premiers étant séparés par des octaves, les 3 derniers par des quintes. Cette simplicité de l'orchestre bucal explique pourquoi la même personne peut chanter faux et parler juste.

Ainsi notre train d'onde phonétique se présente comme un concert de 6 ondes sinusoïdales principales, parmi lesquelles certaines sont renforcées à volonté par le parleur.

Optiquement on peut comparer la bouche à une palette à 6 couleurs, la langue à un pinceau, et l'élément phonétique à une image où certaines couleurs sont dominantes.

Passons maintenant aux principaux organes du sonographe : Il comprend un microphone et un amplificateur qui transforment l'oscillation atmosphérique V_1 en une oscillation électrique V_2. Celle-ci est décomposée en 6 oscillations partielles V_{31} à V_{36} par un groupe de 6 résonateurs ou filtres, qui correspondent aux 6 formants principaux de l'orchestre bucal : chaque fois qu'une certaine fréquence est renforcée par la bouche du parleur, l'un des 6 résonateurs y répond à l'unisson.

Ensuite, chacune de ces oscillations caractéristiques V_{31} à V_{36} est redressée, et les fréquences acoustiques en sont éliminées, de manière qu'il n'en subsiste que les enveloppes énergétiques V_{41} à V_{46}.

Chaque enveloppe comprend généralement une portion initiale croissante, (correspondant à l'arrivée de l'onde) une portion médiane constante, et une portion finale décroissante.

Le sonographe n'utilise effectivement que les portions croissantes. Il les transforme en un concert d'impulsions initiales V_{511} à V_{516}. Celles-ci sont transformées à leur tour en des actions mécaniques par un oscillographe à 6 composantes, C_1 à C_6, dont la résultante vectorielle est un graphique $C_{1\text{-}6}$ caractérisant visuellement l'élément phonétique.

Les composantes peuvent être déphasées (= retardées) à volonté, permettant ainsi de changer la clef des graphiques.

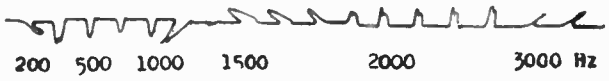


Fig. 2. — Sonogrammes de sons purs (sinusoïdaux) tournant de 100 à 3500 Hertz

Chaque graphique fournit le spectre de fréquences instantané des variations positives d'énergie du son, en coordonnées polaires (c'est-à-dire radialement autour d'un centre).

On peut comparer la surface balayée sur le papier par la pointe du scripteur sonographique à une palette circulaire composée de 6 secteurs, dont chacun est associé à une couleur tournant des teintes sombres aux teintes claires, soit des notes graves (200 Hertz) aux notes aiguës (3000 Hertz).

Pourtant l'appareil ainsi décrit, qui a été réalisé il y a 4 ans, ne marchait pas encore à souhait : il était incapable de décomposer un mot en ses éléments phonétiques. Pour chaque mot, il fournis-

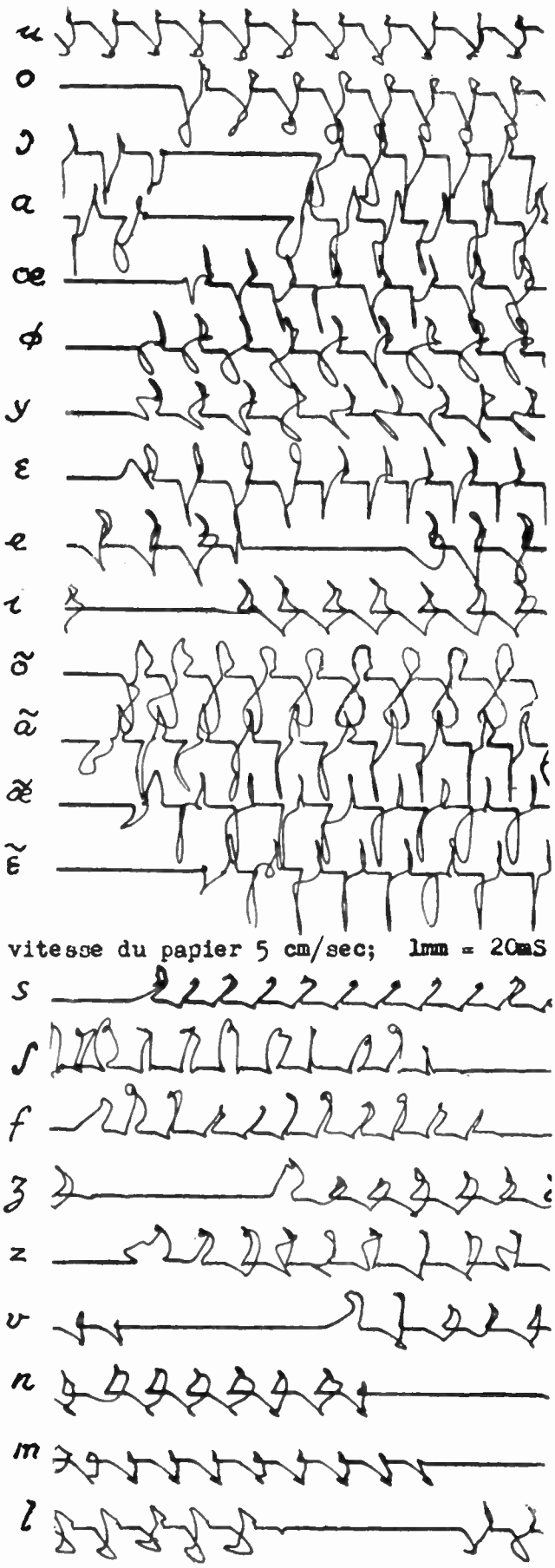


Fig. 3.— Sonogrammes de phonèmes continus (microphone à cristal non directif) ; répétition automatique 8 fois par seconde ; composantes supérieures (C_4 à C_6) déphasées de 180° par rapport aux composantes inférieures (C_1 à C_3). Alphabet phonétique international et alphabet sonographique type ASS 62 N° 1.

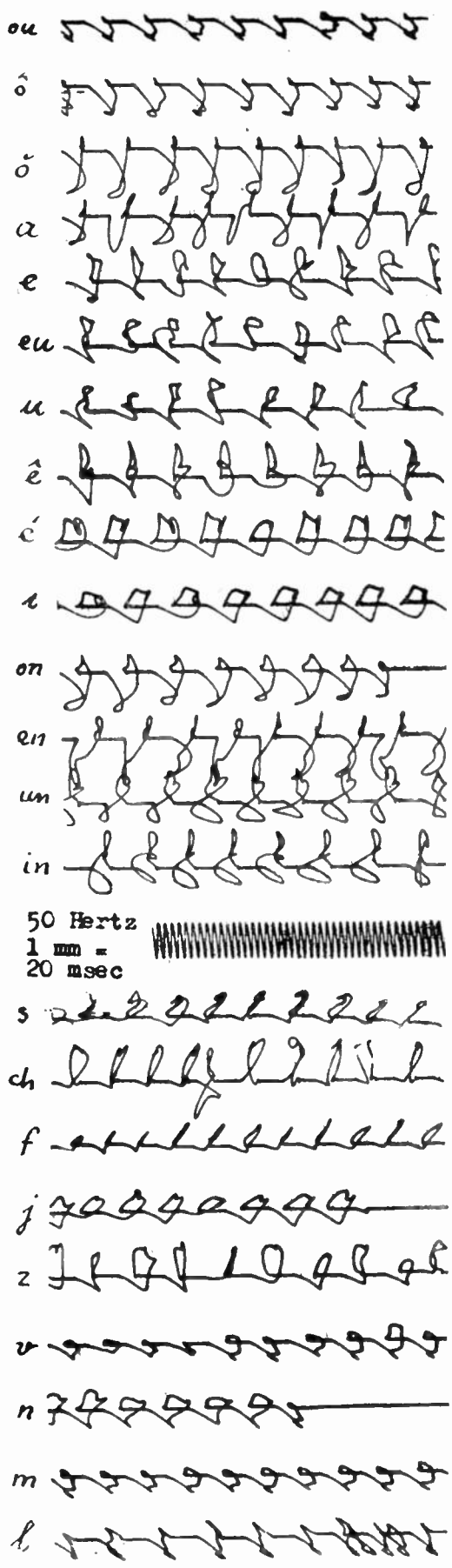


Fig. 4. — Sonogrammes de phonèmes continus (microphone à cristal non directif) ; répétition automatique 8 fois par seconde ; variante de la fig. 3 avec rapports des composantes légèrement variés. Alphabet français et alphabet sonographique type ASS 62 N° 2.

sait un graphique différent, à la manière des antiques idéogrammes. Pour qu'il fournisse une écriture alphabétique, il aurait fallu se donner la peine d'épeler chaque mot devant le microphone.

Que faire ? Il a fallu continuer à chercher. Maintenant le problème est résolu. Le sonographe ici présenté utilise aussi les portions décroissantes des enveloppes énergétiques V_{41} à V_{46}. Il les transforme en impulsions *finales*, V_{521} à V_{526}, dont la résultante V_6 ramène tout l'appareil à zéro, à la fin de chaque train d'ondes élémentaire.

Ces impulsions finales peuvent aussi être auto-excitées par un son continu, à des cadences variables à volonté entre 1 et 12 par seconde. Quand le son continu est ainsi auto-modulé par des impulsions sub-acoustiques, tout se passe comme si son arrivée se répétait périodiquement, et le graphique lui aussi

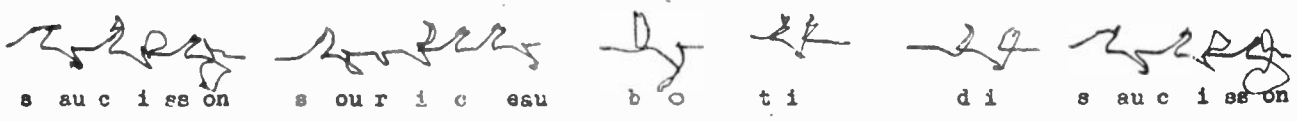


Fig. 5. — Sonogrammes de mots et de syllabes, alphabets types ASS 62 N° 1 et 2 ; 1 mm = 20 mS.

Remarque : Les sonogrammes accompagnant cet article étaient écrits par l'oscillographe à 6 composantes, type ODD 62 sur bande de papier, permettant la projection directe par l'épidiascope.

Les sonogrammes publiés ici sont écrits par l'oscillographe à 6 composantes, type ODD 61, sur cylindre de papier.

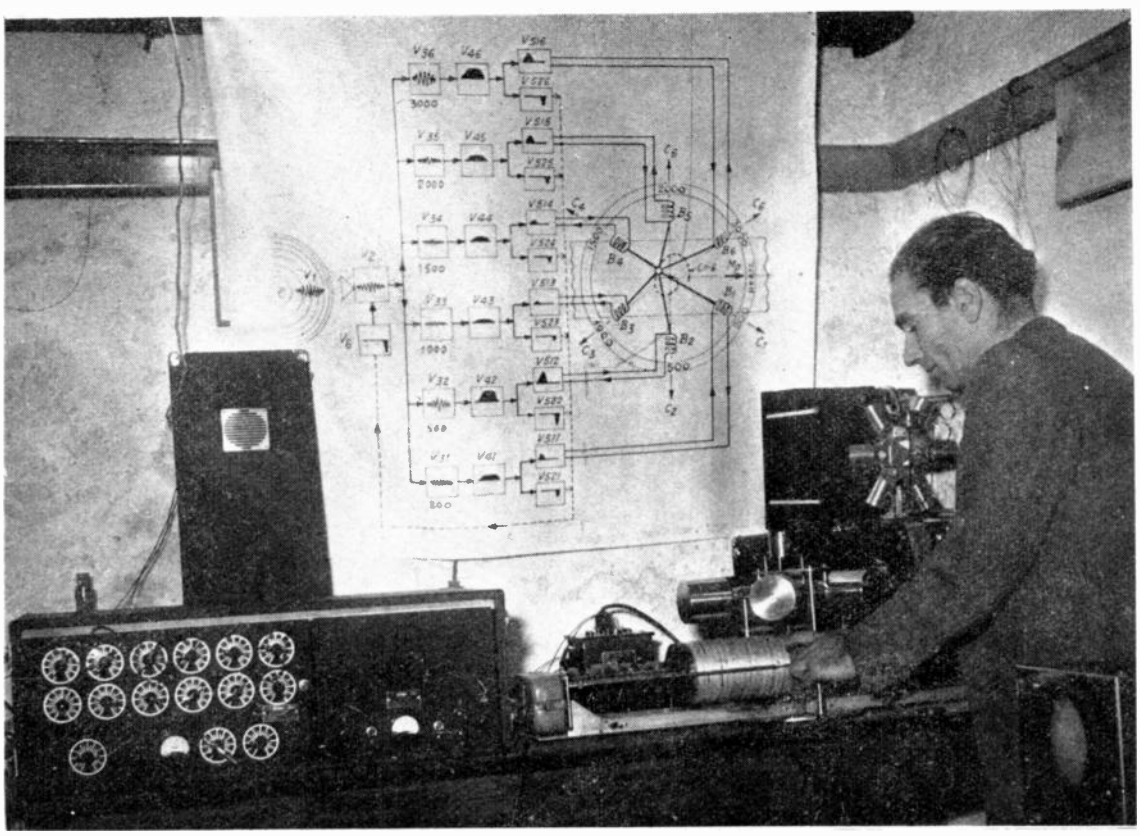


Fig. 6. — Le sténo-sonographe phonétique pendant la mise en marche par son inventeur (Photo Presse Diffusion, Lausanne).

se répète tant que le son dure, ce qui permet d'en évaluer la durée.

Dans ces conditions, la virginité des résonateurs se rétablit périodiquement, soit à la cadence de succession des phonèmes, soit même plus vite. Dès lors le sonographe a « compris » l'alphabet : il est capable de décomposer chaque mot en ses « atomes » phonétiques, et de transcrire chaque phonème comme si le précédent n'avait jamais existé.

6. Continu physique et discontinu physiologique.

Bien qu'issu d'expériences électro-mécaniques, il est probable que le sonographe travaille d'une manière analogue à l'appareil auditif lui-même.

En effet, le son se présente bien comme un concert d'ondes sinusoïdales dans l'air, sur le tympan, et peut-être encore dans certaines parties de la membrane basilaire.

Mais dès qu'il pénètre dans le nerf acoustique, il doit déjà avoir été entièrement transformé en un concert d'impulsions électro-chimiques, qui ont leurs cadences propres, beaucoup plus basses que les fréquences acoustiques.

L'onde acoustique sinusoïdale, qui, une fois redressée et filtrée, signifie un transport continu d'énergie, est totalement inconnue du système nerveux. Au contraire, les influx nerveux agissent par saccades,

d'une manière discontinue, ou « saltatoire » pour utiliser une expression d'un livre du Professeur A. von Muralt. Ils ne transmettent d'énergie que pendant une fraction de seconde, puis ils se reposent et se régénèrent pendant une autre fraction.

Le sonographe pourrait suggérer un nouvel examen du phénomène : continu physique = discontinu physiologique. Ainsi, il n'est pas exclu que le son sinusoïdal continu excite certaines parties de la membrane basilaire d'une manière discontinue et répétée, tout comme les résonateurs du sonographe quand ils sont auto-modulés à des fréquences subacoustiques.

Le phénomène réciproque est d'ailleurs bien connu, à savoir que le discontinu physique produit une sensation physiologique continue dès que le rythme dépasse une certaine valeur. Il suffit de considérer l'impression continue qui est produite par un film cinématographique, pourtant haché 16 ou 21 fois par seconde, ou de regarder une lampe au néon, dont les 100 extinctions par seconde sont parfaitement imperceptibles.

7. Perspectives d'avenir des sonographes sténo- et typo-graphiques.

En raison des moyens matériels extrêmement limités qui ont restreint l'efficacité de 6 années d'efforts, le premier sténo-sonographe ici présenté n'atteint pas encore la perfection technique indispensable à le placer entre les mains du grand public.

Cependant il n'est guère éloigné du but, et il prouve en tous cas que le chemin défriché par lui est le seul qui puisse mener pratiquement à la transformation du langage parlé en langage écrit.

D'autre part, il a frayé la voie au *typo*-sonographe, actuellement en préparation. Cet appareil comprend une partie électronique identique à celle du sténo-sonographe. C'est-à-dire qu'il commence aussi par transformer le concert d'ondes sinusoïdales d'un phonème en un concert d'impulsions initiales, telles que V_{511} à V_{516} dans la fig. 1. Mais l'oscillographe à 6 composantes y est remplacé par un système de nouveaux relais électro-dynamiques qui peuvent actionner les touches d'une machine à écrire à la cadence de succession des phonèmes.

L'avantage du typo-sonographe sur le sténo-sonographe résidera dans le fait qu'il écrira phonétiquement *en clair*, c'est-à-dire qu'il fournira des textes composés de caractères alphabétiques connus, lisibles sans apprentissage spécial. Il est fort possible qu'une fois diffusé, cet appareil contribuera au rétablissement usuel du phonétisme.

Néanmoins, le sténo-sonographe sera probablement d'un prix inférieur au typo-sonographe et il conservera parallèlement ses propres champs d'applications. Entre autres, il présentera l'avantage de transcrire n'importe quel langage à l'aide d'un nombre restreint de signes analytiques naturels, qui seront moins difficiles à déchiffrer que les signes sténographiques actuels.

Les applications des sonographes ne sont pas limitées aux transcriptions de langages parlés en langages écrits : ils peuvent servir à l'analyse de n'importe quelle partie de n'importe quel son.

En remplaçant par exemple les 6 résonateurs phonétiques, dont les fréquences sont comprises entre 100 et 4000 Hertz, par d'autres résonateurs tels que par exemple vocaux, dont les fréquences seraient comprises entre 100 et 600 Hertz le sonographe analyserait la hauteur de voix d'un parleur ou d'un chanteur.

D'autres applications possibles résident dans les diverses formes de télé-commande. Ainsi la sélection des téléphones automatiques pourrait être commandée par la voix, des télégrammes pourraient être écrits oralement.

Il serait oiseux d'allonger ici la liste des possibilités, qui sont aussi illimitées que celles des langages parlés et des sons en général.

8. Exemples de sonogrammes et résultats expérimentaux actuels.

Les sonogrammes de cet article sont écrits directement par le premier sténo-sonographe phonétique, type SSP 62, ici présenté. Cet appareil a été réalisé à l'Ecole des Arts et Métiers, Genève (Ecole d'Horlogerie), grâce au concours infatigable de Monsieur Georges Kung et de ses élèves. Certaines parties du scripteur ont été étudiées par les Ateliers H. Latour, Genève.

BIBLIOGRAPHIE

J. Dreyfus-Graf. — *Sur les spectres transitoires d'éléments phonétiques* (analyse sonographique), Helvetica Physica Acta, Vol. XIX, Fasc. 6-7 (Compte-rendu des communications à la séance de la Sté Suisse de Physique du 8 septembre 1946 à Zurich).

J. Dreyfus-Graf. — Physique des liaisons I, *La théorie ellipsoïdale des liaisons ondulatoires*, F. Rouge et Cie, S. A., Lausanne 1946.

J. Dreyfus-Graf. — *Le sonographe : éléments et principes*, Schweizer Archiv fur angewandte Wissenschaft und Technik, Heft 12, 1948.

A. Von Muralt : *Die Signalubermittlung im Nerven*, Verlag Birkhäuser, Basel 1946.

J. G. Fevrier. — *Histoire de l'écriture*, Payot 1948.

Leopold Stein. — *The Infancy od speech and the speech of infancy*, Methuen, London 1949.

TRANSMISSION EN TÉLÉVISION D'IMAGES DE TRANSPARENCE VARIABLE PAR DES SYSTÈMES N'UTILISANT PAS LE PHÉNOMÈNE D'ACCUMULATION

Systèmes actuels et système nouveau proposé pour la haute définition

PAR

Roger MONNOT

Ingénieur E.P.C.I. (Compagnie des Compteurs)

Le problème de la transmission d'une scène en télévision se pose d'une façon techniquement différente selon que cette scène est à téléviser directement ou selon qu'elle a été préalablement enregistrée sur une pellicule cinématographique.

Dans ce dernier cas, en effet, le sujet est tout à la fois inerte, palpable, sans profondeur et de faibles dimensions ; il est en outre caractérisé non par une brillance variable mais par une transparence variable ; enfin les détails, les contrastes et le rendu des couleurs y sont désormais fixés.

Il sera donc permis de l'éclairer *violemment*, mais *efficacement* donc économiquement, avec un *faisceau dirigé* issu d'une source éclatante d'émission spectrale *non imposée* et de collecter efficacement le flux modulé émergeant, à travers des optiques *très ouvertes* jusqu'à un organe photo-électrique de réponse spectrale *uniquement* imposée par le choix de la source.

Ceci explique pourquoi le télécinéma a pu se montrer rebelle assez longtemps à l'emploi des tubes électroniques accumulateurs utilisés en prise de vue directe.

Les techniques non accumulatives eussent dû néanmoins céder le pas dans ce domaine lorsque fut exigée une meilleure définition, si le développement de multiplicateurs électroniques et de dispositifs d'analyse électronique à très faible inertie n'était venu les rénover et les poser même en concurrentes redoutables des techniques à accumulation.

Ces techniques non accumulatives ont, en effet, à leur crédit un certain nombre d'avantages indiscutables.

— linéarité du signal en fonction de la transparence (gamma unité).

— absence de tache dans l'image.

— existence d'un niveau noir de référence.

Après un rappel des généralités sur ces techniques, je vous décrirai un certain nombre de systèmes actuellement en usage, je vous préciserai les facteurs en limitant actuellement les performances et je vous présenterai enfin le principe d'un nouveau système libéré de ces facteurs de limitation.

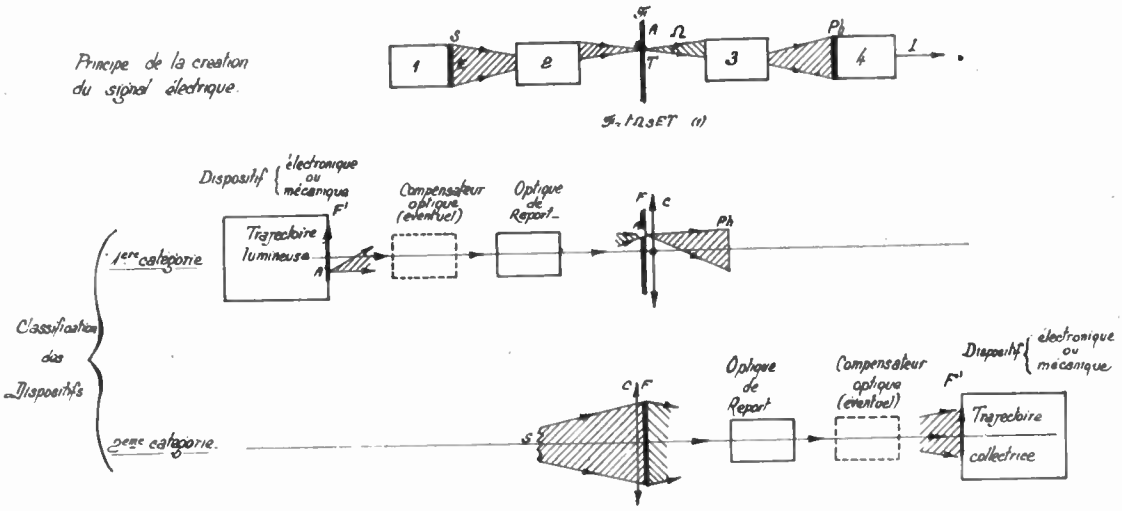


Fig. 1 — Transmission d'images de transparence variable. — Dispositifs non accumulatifs.

A) GÉNÉRALITÉS SUR LES TECHNIQUES NON ACCUMULATIVES

I. — GÉNÉRALITÉS SUR LES DISPOSITIFS D'EXPLORATION

1. — Principe

Ce principe, dans toute sa généralité, est schématisé sur la figure nº 1.

Une *source lumineuse S* de nature incandescente, thermo ou cathodoluminescente et d'éclat intense et constant E ;

Une photocathode Ph de grande sensibilité dans le domaine spectral de la source ;

Des *dispositifs optiques* fixes ou mobiles d'imagerie ou de collecte et de transparence t, ainsi que des *dispositifs mécaniques* en mouvement inclus dans 2 et 3 ;

Des *dispositifs à faisceaux électroniques* mobiles inclus dans 1 et 4 ;

Un *multiplicateur électronique* inclus dans 4 ; sont associés de telle sorte que :

1° *Le courant I* émergeant du multiplicateur soit à chaque instant proportionnel à la transparence T de l'élément de surface s du film couvert par un point lumineux mobile A, dit « point explorateur ».

2° Ce point soit animé dans le plan du film d'un *mouvement* tel, qu'en combinaison avec le déplacement *éventuel* de ce dernier, il explore ou paraisse explorer la surface utile de l'image selon une trajectoire conforme aux normes d'exploration de télévision.

Le *flux lumineux utile instantané* $\mathfrak{F}$ ayant donné naissance au courant I et correspondant en A, à un cône lumineux d'angle solide Ω a alors pour valeur :

$$\mathfrak{F} = t \cdot \Omega \cdot s.E \cdot T \qquad (1)$$

2. — Classification des dispositifs

D'une façon plus précise quoiqu'encore schématique, la quasi-totalité des multiples dispositifs encore ou non utilisés appartiennent à l'une des deux catégories suivantes :

1re *Catégorie. Le point lumineux mobile explore « réellement » le film* :

Cette catégorie de dispositifs est caractérisée par la présence dans le plan du film ou, le plus souvent, dans un *plan antérieur F'*, son conjugué optique par rapport à une optique de report, d'une *trajectoire lumineuse* appropriée et créée :

— ou bien *mécaniquement*, soit par rotation d'un disque à spirales de trous associé à une source étendue, soit par rotation d'un disque à lentilles, de tambours à miroirs, ou par oscillation de miroirs, en association avec une source ponctuelle (anciens dispositifs).

— ou bien *électroniquement* par déviation électrique ou magnétique d'un faisceau cathodique issu d'une source électronique ponctuelle et frappant un écran fluorescent (dispositif « flying spot » actuel).

Elle est en outre caractérisée par l'unique présence, en aval du film, d'un condensateur de collecte précédant la photocathode.

2e *Catégorie. Le point lumineux mobile explore « fictivement » le film* (lequel film est largement éclairé autour du point exploré).

Cette catégorie est caractérisée par la présence dans le plan du film ou, le plus souvent, dans un *plan postérieur F'*, son conjugué optique par rapport à une optique de report, d'une *trajectoire de collecte* appropriée et créée :

— ou bien *mécaniquement*, soit par rotation d'un disque à spirales de trous associé à une photocathode étendue, soit par rotation d'un disque à lentilles, de tambours à miroirs ou par oscillation de miroirs, en association avec une photocathode ponctuelle (anciens dispositifs).

— ou bien *électroniquement*, par déviation électrique ou magnétique de l'image électronique de l'ouverture d'entrée d'un multiplicateur électronique sur une photocathode étendue (dispositif actuel à « tube dissecteur de Farnsworth »).

Elle est en outre caractérisée par l'unique présence, en amont du film, d'un système condensant sur le film le flux d'une source lumineuse.

3. — Trajectoires d'exploration correspondant aux normes européennes de la télévision en noir et blanc

Voici tout d'abord brièvement rappelées ces normes d'exploration :

— *format d'exploration* : de rapport 1/3 comme celui de l'image cinématographique.

— *fréquence d'exploration d'image* : 25 par seconde.

— *fréquence d'exploration de trame* : 50 par seconde, chaque trame correspondant alternativement aux lignes paires et impaires de l'image.

— *fréquence d'exploration de ligne* : la norme est toujours en cours de discussion ; la définition exprimée par le nombre de lignes explorées dans une image, varie actuellement suivant les pays : 405 en Angleterre, 441 et 819 en France, 567 en Hollande.

Dans les dispositifs considérés, il importe que soit établie dans le plan du film ou dans un plan conjugué optique, une trajectoire d'exploration, soit lumineuse, soit collectrice, telle que, compte-tenu du *mouvement apparent des images cinématographiques* dans ce plan au cours de la période d'exploration, chacune de ces images soit explorée conformément aux normes ci-dessus rappelées.

Or, selon la nature des appareils utilisant le film, ce mouvement apparent peut être ou nul ou continu.

a) *Le mouvement apparent de l'image est nul dans le plan du film ou dans un plan conjugué optique* :

C'est tout d'abord le cas où l'image est *immobile en permanence* (transmission d'une « image fixe » : annonce, mire de contrôle).

C'est également celui où le film est passé dans un projecteur du modèle dit : « à *déroulement discontinu* ou saccadé », modèle utilisé le plus couramment dans les salles cinématographiques ; cependant pour l'emploi en télécinéma, un tel projecteur doit présenter certaines particularités inhabituelles : d'une part, la cadence de passage des images doit être portée de sa valeur habituelle 24 à la valeur 25 et d'autre part, les images cinématographiques devant être successivement immobilisées pendant toute la période utile d'exploration d'image, doivent être escamotées pendant sa courte période de suppres-

sion ; la trop faible durée de cette dernière a malheureusement rendu cette pratique inexploitable.

C'est enfin le cas déjà exploité où le film est passé dans un projecteur du modèle dit « *à déroulement continu du film avec dispositif optique de compensation* », modèle très peu répandu dans les salles cinématographiques ; grâce au compensateur optique, les images apparaissent immobiles de façon permanente dans un plan conjugué du film ; on situe la trajectoire d'exploration dans ce plan.

Dans ce cas, on peut, en principe, maintenir la cadence de passage des images à sa valeur habituelle de 24.

Pour ces trois cas d'utilisation, la *caractéristique de la trajectoire d'exploration* située dans un plan conjugué du film où le mouvement apparent des images est nul pendant la période d'exploration, *doit être conforme aux normes de télévision.*

b) *Le mouvement apparent de l'image est un mouvement continu* (dans le plan du film comme dans tout plan conjugué).

C'est le cas, le plus généralement utilisé d'ailleurs, où le film est passé dans un projecteur du dernier modèle indiqué mais *dépourvu du compensateur optique* ; les compensateurs optiques réalisés jusqu'ici suivant des principes les plus divers, se sont révélés pratiquement complexes et d'un fonctionnement le plus souvent délicat et peu satisfaisant.

seconde de chaque image du film, ne peut être pratiquement réalisée que si la cadence de défilement des images est portée de 24 à 25 ; ceci s'obtient, par exemple, en substituant un moteur synchrone au moteur asynchrone habituel d'entrainement.

Si nous supposons maintenant, pour la clarté de l'exposé, que les images du film sont jointives et que le temps de suppression d'exploration est nul, il est clair que le film descendant d'une hauteur d'image h pendant 1 /25e de seconde, ne peut être exploré pendant ce même temps, sur une hauteur 2 h, par un point, que si ce dernier s'élève parallèlement de la différence h.

Il semble donc qu'une trajectoire d'exploration d'image ayant la forme *d'une dent de scie de fréquence* 25 *et d'amplitude h*, doive résoudre le problème posé ; c'est ce que confirme l'examen des diagrammes représentant sur la figure 2 les mouvements respectifs du film et du point explorateur.

On constate néanmoins la nécessité de prévoir dans l'appareil la possibilité de *mettre en phase* les mouvements du film et du point explorateur ; ce dernier doit commencer son mouvement d'exploration à l'instant précis où une image couvre la fenêtre d'exploration ; une solution simple consiste à prévoir la possibilité de commander à la main l'orientation du stator du moteur d'entraînement.

Cependant, une remarque d'ordre pratique très importante s'impose : il est indispensable que les

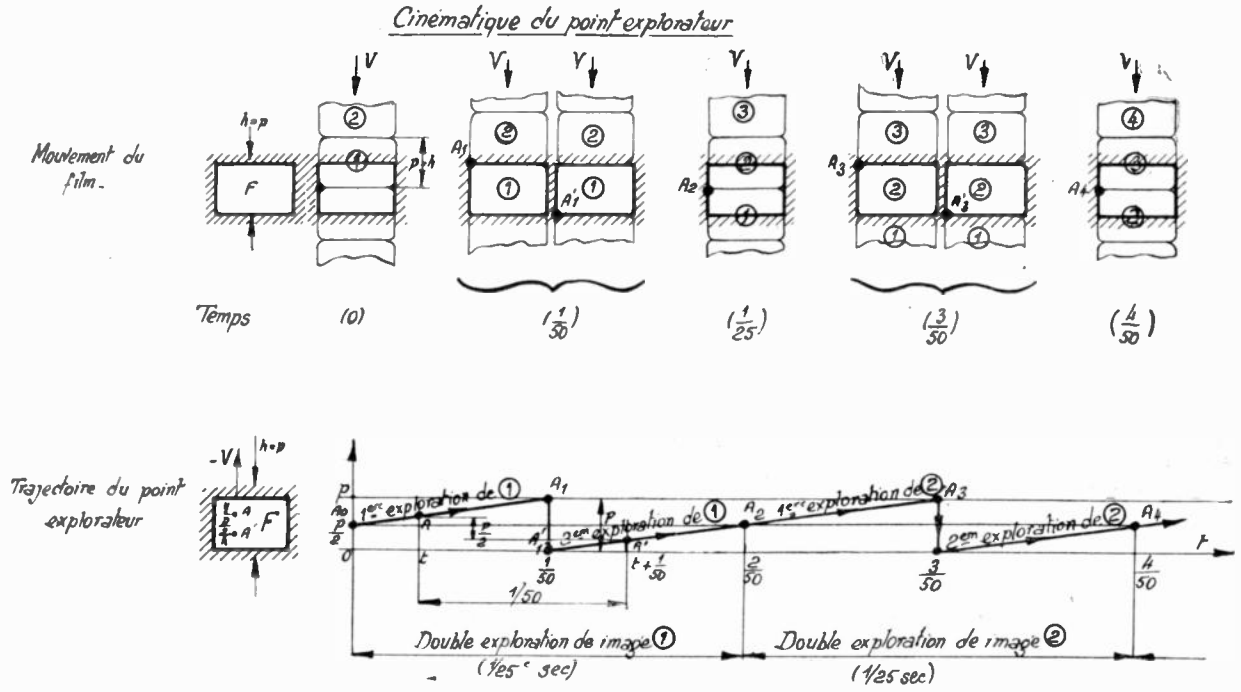


Fig. 2 — Télécinéma sans accumulation avec dérouleur à défilement continu sans compensateur optique.

Si dans ce cas, la norme d'exploration de ligne de la trajectoire reste évidemment celle de télévision, il n'en est plus de même de celle d'exploration d'image qui doit tenir compte du mouvement continu du film.

b[1]) *Examen cinématique de la trajectoire d'exploration d'image* (Fig. 2).

Tout d'abord la *double exploration* en 1 /25e de

informations analysées au cours des deux explorations successives de la même image se situent *correctement* l'une par rapport à l'autre sur l'écran récepteur.

Cela signifie que, supposant un instant, afin de simplifier les explications, la norme de télévision non entrelacée c'est-à-dire *séquentielle*, le point A doit

explorer le *même* point de l'image aux temps t et $t + \frac{1}{50}$, et ceci, quel que soit t.

Ceci implique pratiquement une *parfaite constance* à la fois de la vitesse du film et de l'écart $A'A''$ entre les positions occupées par le point explorateur aux temps t et $t + \frac{1}{50}$; dans la dernière hypothèse formulée, cet écart doit être égal au demi-pas de la pellicule soit $\frac{p}{2}$.

d'exploration du film et à l'aide d'une *optique spéciale à double imagerie*, deux images identiques et jointives, par suite décalées de $\frac{h}{2}$, de la trajectoire définie ci-dessus ; un *obturateur de sélection* le plus généralement tournant et placé au voisinage du film ou dans un plan conjugué, occulte pendant chaque 1/25e de seconde, le flux lumineux correspondant à l'image indésirable.

2e PROCÉDÉ : dans ce procédé, c'est une *image unique* de la trajectoire objet déjà considérée qui,

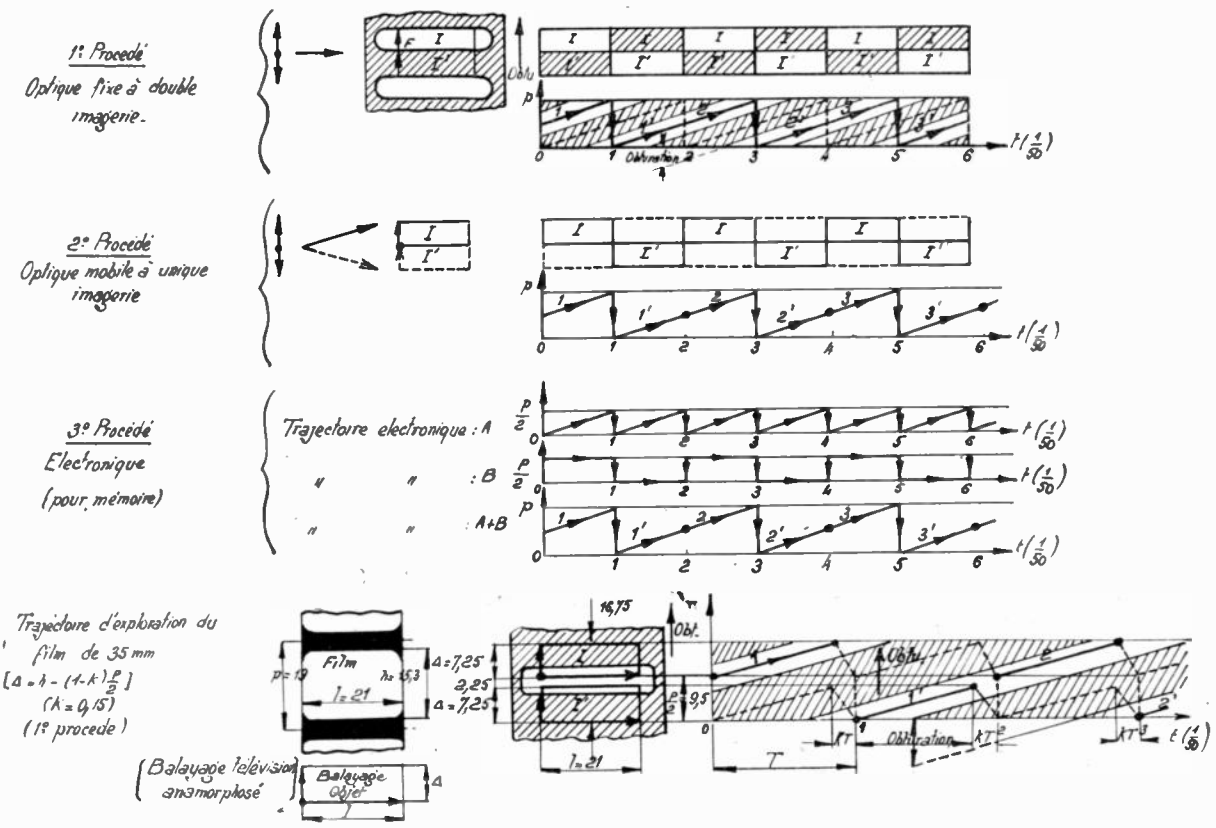


Fig. 3 — Télécinéma sans accumulation avec dérouleur à défilement continu sans compensateur optique. — Procédés de réalisation pratique de la trajectoire exploratrice.

Pour ce cas fréquent d'utilisation, qu'elle soit dans le plan du film ou dans un plan conjugué, la *caractéristique de la trajectoire d'exploration* doit être une *dent de scie de fréquence* 25, *d'amplitude égale à la hauteur d'une image* et telle que *ses deux portions* correspondant à deux explorations successives aient *rigoureusement la même loi* de variation en fonction du temps.

b²) *Mode de réalisation pratique de la trajectoire d'exploration d'image.*

La pratique a montré qu'une telle trajectoire ne pouvait être réalisée sans certains artifices consistant à déduire les deux portions exploratrices *d'une seule et unique trajectoire d'amplitude* $\frac{h}{2}$ *et de fréquence* 50.

Trois procédés d'obtention sont indiqués sur la Fig. nº 3.

1er PROCÉDÉ : dans ce procédé, semble-t-il universellement adopté, on projette sur la fenêtre tous les 1/50e de seconde, se déplace brutalement de $\pm \frac{h}{2}$, couvrant ainsi alternativement les moitiés supérieure et inférieure de la fenêtre ; un tel déplacement s'obtient à l'aide de dispositifs optiques à imagerie unique mais comportant une partie mobile, par exemple un miroir ayant deux positions de travail entre lesquelles il oscille très rapidement entre deux explorations.

3e PROCÉDÉ : dans ce dernier procédé, uniquement applicable au cas d'une trajectoire réalisée électroniquement, l'artifice, de caractère également électronique s'apparente dans son esprit au dernier artifice optique considéré ; il consiste à appliquer simultanément à un faisceau électronique, deux énergies de déviation donnant respectivement et séparément : la première, une trajectoire ayant la forme d'une dent de scie de fréquence 50 et d'amplitude correspondant à $\frac{h}{2}$, la deuxième, une trajectoire

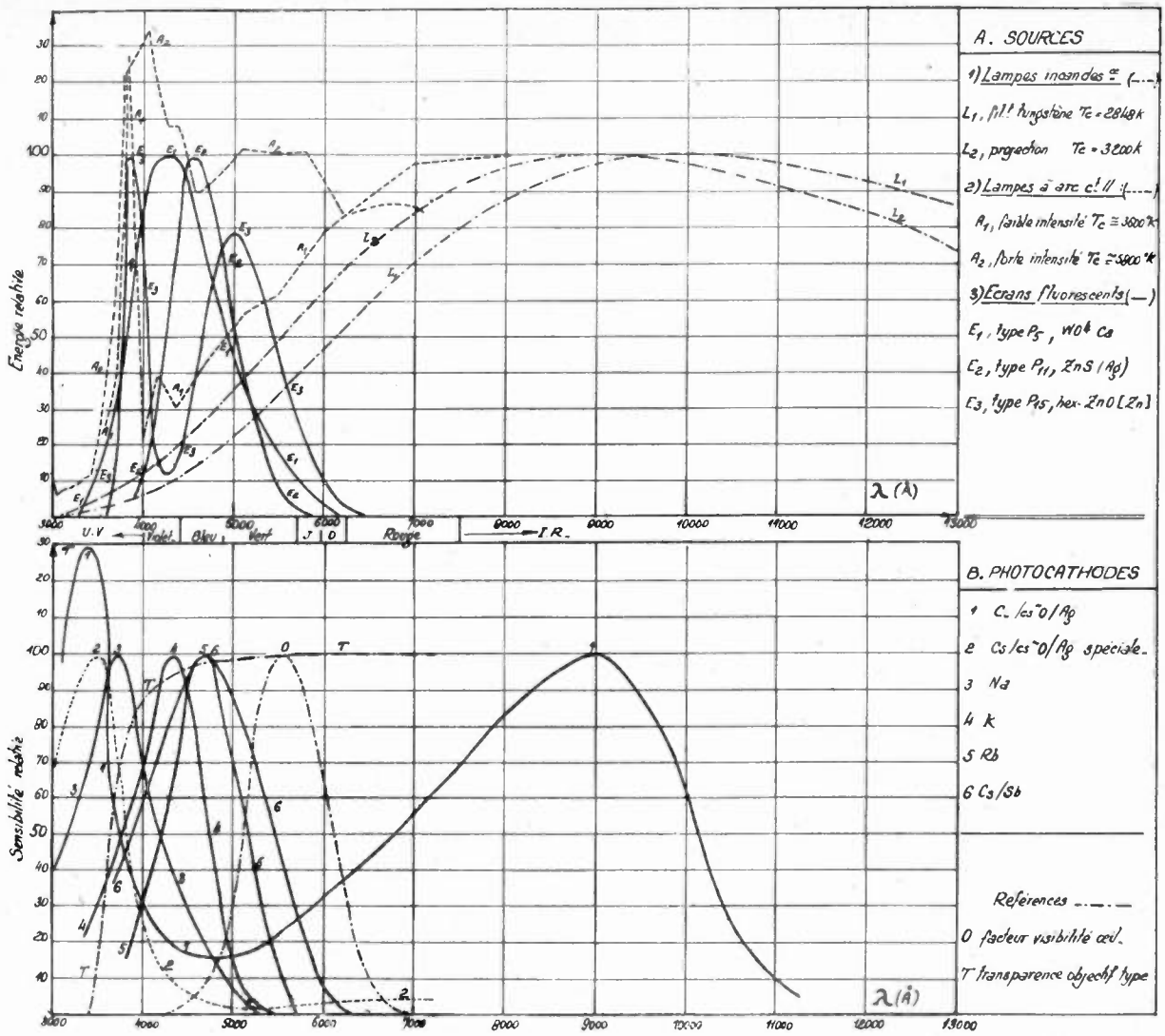


Fig. 4

ayant la forme d'un créneau de fréquence 25 et de mêmes phase et amplitude que la première.

b[3]) *Application au film de 35 mm* :

L'amplitude commune Δ de chaque exploration de trame dans le plan du film, est ajustée de telle façon que pendant la durée effective d'exploration $(1 - k)\ T$ au cours de laquelle le film se déplace donc de $(1 - k)\ \frac{p}{2}$, l'exploration se limite à la hauteur effective h de l'image cinématographique de sorte que :

$$\Delta = h - (1 - k)\ \frac{p}{2}$$

soit numériquement pour :

$p = 19$ mm, $h = 15{,}3$ mm et $k = 0{,}15$, $\Delta = 7{,}25$ mm

Les trajectoires d'exploration sont, dans le plan du *film de 35 mm, les images optiques rigoureusement égales et décalées verticalement de* $\frac{p}{2}$, *d'une trajectoire conforme aux normes de télévision mais anamorphosée en hauteur dans un rapport* :

$$\frac{\Delta}{h} = 0{,}475 \text{ voisin de } 1/2.$$

II. — GÉNÉRALITÉS SUR LES SOURCES ET PHOTOCATHODES UTILISABLES

Les divers systèmes devant faire obligatoirement appel à des dispositifs optiques particulièrement corrigés, le choix de la source doit porter non seulement sur la recherche d'un gros éclat mais encore sur celle d'une émission spectrale s'effectuant dans la région de transparence des objectifs ; celle-ci est délimitée par la courbe T de la figure 4, c'est-à-dire pratiquement au domaine des longueurs d'onde supérieures à 3.800 Å, ce qui laisse donc un grand choix.

Sur cette figure 4 sont d'abord représentés les spectres d'émission relative :

L^1, de la lampe à filament de tungstène à la température de couleur de 2.848° K ; une telle lampe est fréquemment utilisée pour mesurer la sensibilité des photocathodes.

L^2, d'une lampe de projection à la température de couleur de 3.200° K.

ANALYSES

1. — *La pagination adoptée permet de détacher facilement les analyses du reste de la revue.*

2. — *Le nombre qui précède chaque analyse est celui de la classification décimale adoptée par le Laboratoire National de Radioélectricité (voir O. E., 228, mars 1946, pages 1A-7A).*

3. — *Les références bibliographiques comportent, après le titre de l'article et le nom de l'auteur, le titre abrégé de la revue, le tome (en caractères gras), éventuellement le numéro du fascicule, le mois et l'année, et enfin l'indication des pages.*

4. — *Pour les abréviations utilisées pour les titres des principales revues citées, se reporter à : O. E. 228, mars 1946, page 1A.*

T. 1. — MESURES.

T. 131. — Nouveau type de ligne de mesure fendue.

W. B. WHOLEY, W. N. ELDRED, *Proc. Inst. Rad. Eng.*, mars 1950, 38, 3, 244/248.

La ligne coaxiale fendue, employée pour les mesures d'impédances en ondes métriques a l'inconvénient de nécessiter une réalisation matérielle très précise : le centrage des tubes, la pénétration de la sonde, et divers autres détails, doivent être réglés à de très faibles tolérances près.

Pour s'affranchir de cet inconvénient, les auteurs ont essayé diverses « transformations » du plan de section droite, conservant l'orthogonalité des courbes, c'est-à-dire la distribution du champ. L'une d'elles, $u + j.v = \text{tg}(x + j.y)$ conduit à une tige de section elliptique, entre deux plaques planes indéfinies ; en fait, on peut l'approximer raisonnablement par une tige de section circulaire entre deux plaques de dimensions finies. Des « pièces de jonction » reliant cette combinaison au coaxial ordinaire, ont pu être aussi réalisées.

Au total, une telle ligne, fabriquée par Hewlett-Packard sur contrat de la Marine Américaine, a pu fonctionner dans la gamme 500-4 000 Mc/s avec un taux d'ondes stationnaires de 1,006.

P. D.

T. 131. — Méthodes pour obtenir le taux d'ondes stationnaires sur une ligne, indépendamment de la caractéristique du détecteur.

A. M. WINZEMER, *Proc. Inst. Rad. Eng.*, mars 1950, 38, 3, 275/279.

Les formules habituelles de calcul du taux d'ondes stationnaires sur une ligne de mesure, exigent la connaissance du rapport des tensions, c'est-à-dire l'étalonnage précis du détecteur. L'auteur montre que l'on peut s'affranchir de cette gêne, en groupant diverses mesures prises le long de la ligne (supposée sans pertes). Diverses variantes sont même possibles suivant que le taux est faible ou élevé, ou que les maximums ou les minimums de tension sont seuls lisibles. Des nomogrammes facilitent les calculs.

P. D.

T. 2. — RAYONNEMENT - PROPAGATION.

T. 230. — La vitesse des ondes et son importance dans certaines applications

R. L. SMITH-ROSE, *Proc. Inst. Rad. Eng.*, janv. 1950, 38, 1, 16/20.

La connaissance de la vitesse de propagation des ondes n'a pas seulement un intérêt théorique ; elle détermine la précision de nombreux systèmes de guidage. Aussi a-t-elle fait l'objet de mesures récentes très soignées, que l'auteur passe en revue.

Dans le vide, sa valeur 299 792 $\pm$ 9 km coïncide pratiquement bien avec la vitesse de la lumière 299 775 km/sec.

Pour des ondes longues ou moyennes se propageant au ras du sol, diverses déterminations récentes donnent la valeur moyenne un peu plus faible de 299 250 $\pm$ 40 km/sec.

Enfin, pour les ondes courtes ou très courtes, à une certaine hauteur, les vérifications des systèmes GEE et OBOE conduisent aux valeurs suivantes :

Altitude 3 000 m	299 713 km/sec.
6 000	299 733
9 000	299 750

P. D.

T. 232.5. — Propagation des ondes courtes sur terrains désertiques.

J. P. DAY, L. G. TROLESE, *Proc. Inst. Rad. Eng.*, février 50, 38, 2, 165/175.

Résultats d'une importante série d'essais effectués dans les déserts de l'Arizona, à des distances de 26 milles (visibilité directe) et 46 milles (non-visibilité), sur huit fréquences réparties entre 25 et 24 000 Mc/s, les émetteurs et récepteurs étant portés par des plate-formes à hauteur variable sur des tours de 70 m.

De nombreux enregistrements, des courbes relevées et calculées, sont reproduits, avec des conclusions suivantes :

Dans la zone désertique de l'Arizona, en hiver, où le ciel est clair et l'atmosphère peu humide, le rayonnement nocturne du sol amène parfois la formation d'un « conduit » renforçant le champ des micro-ondes d'une cinquantaine de *db*. (Contrairement à ce qui se passe dans les zones côtières, ce renforcement ne s'étend pas aux ondes métriques, 63 Mc/s).

Sur le trajet optique de 26 milles, entre postes surélevés, la variation diurne est faible, la nuit marquant plutôt une diminution ; entre postes au ras du sol, la variation est plus grande, avec augmentation notable et brusque pendant la nuit sur toutes les ondes.

Sur le trajet non-optique de 46 milles, la variation diurne est maximum sur la fréquence de 3 300 Mc/s ; ce résultat imprévu est attribué au fait que, pour les fréquences plus élevées, 9 375 et 24 000 Mc/s, le champ normal diffracté serait en permanence augmenté par un phénomène de dispersion dû aux irrégularités de l'air.

Il y a corrélation nette (quoique non pas infaillible chaque fois) entre la formation ou la disparition des inversions de température, et les variations de champ.

La variation du champ avec la hauteur des postes est naturellement modifiée par la présence du « conduit » sur les ondes les plus courtes, mais guère sur les fréquences de 170 à 1 000 Mc/s.

Enfin, bien que le terrain soit exceptionnellement plat entre les stations, ses petites irrégularités produisent des effets notables sur les micro-ondes ; en particulier, une petite ondulation, située à un demi-mille du récepteur, et aux alentours de laquelle le champ a été méthodiquement exploré au moyen d'une voiture, a donné des effets de diffraction aussi nets que ceux calculés pour une arête métallique, parfois « extrêmement plus forte la nuit que le jour » sans raison apparente.

P. D.

T. 232.5. — T. 254. — Comparaison des amplitudes, phases et indices de réfraction mesurés et calculés en micro-ondes.

A. N. STRATTON A. H. LAGRONE H. T. SMITH *Proc. Inst. Rad. Eng.*, janvier 1950, 38, 1, 45/48.

Discussion sur l'interprétation de mesures faites au Texas, en ondes 3,2 cm, sur des parcours marins de 12 à 47 milles. Rappel des influences météorologiques et notamment de la

RADIO AIR

FOURNISSEUR DES DÉPARTEMENTS MINISTERIELS

FICHES
BOUTONS
CONDENSATEURS
•
MATÉRIEL PROFESSIONNEL

APPLICATIONS INDUSTRIELLES RADIOÉLECTRIQUES
S. A. CAPITAL 5.000.000 Frs
2, Avenue de la MARNE-ASNIERES (Seine) Tél: GRÉ. 12-06
Usines à NEUILLY-s/-Seine et BRIONNE (Eure)

2 MICROPHONES
de grande classe

DEPUIS 25 ANNÉES
la Radiodiffusion Française
LES UTILISE

TYPES
42-B *A RUBAN*
75-A *DYNAMIQUE*

MELODIUM

296, RUE LECOURBE - PARIS-15e - LEC. (50-80 3-I.)

TÉLÉVISION
ÉMISSION • RÉCEPTION

MESURES HF

VOLTMÈTRE ÉLECTRONIQUE
VE 15
Notice 7519

THERMOCOUPLES DANS LE VIDE
Notice 7501

OSCILLOGRAPHE HF OCP 41
Notice 7515

COMPTEURS MONTROUGE

ALTER

Département
radio et télévision

- CONDENSATEURS
  Mica et Céramique
- POTENTIOMÈTRES
  graphités et bobinés
- RÉSISTANCES
  bobinées nues et émaillées
- TRANSFORMATEURS
  Alimentation et B. F
- AUTO-TRANSFOS & SELFS

Catalogue et tarif sur demande à :

M. C. B. ET VÉRITABLE ALTER
S.A.R.L. au capital de 35.000.000 de frs
11, R. Pierre Lhomme, COURBEVOIE (Seine) - Tél DEF. 20-90

Autres fabrications
Condensateurs Mica de puissance ou spéciaux
Potentiomètres de précision
Résistances et Transformateurs industriels
Régulateurs automatiques de tension "Regvolt"

Régisseur exclusif de la Publicité de l'Onde Electrique : Agence-Publéditec-Domenach, 21, Rue des Jeuneurs, PARIS-2e, Tél. CENtral 97-63

variation de l'indice de réfraction atmosphérique en fonction de l'altitude. Peut-on, comme l'indiquait Mac Farlane, déduire cette variation des valeurs de champ mesurées ? Peut-être, si l'on tient compte de la phase et si l'on fait abstraction de la variation sur le premier mètre de hauteur ; quelques graphiques reproduits sont satisfaisants ; les auteurs pensent qu'une prolongation de l'étude conduira à une détermination correcte.

P. D.

T. 232.5. — Variations de la propagation des ondes très courtes.

K. BULLINGTON, *Proc. Inst. Rad. Eng.*, janvier 1950, 38, 1, 27/32.

L'article récapitule et applique un certain nombre de résultats statistiques sur la propagation des ondes métriques et plus courtes.

Dans les conditions de propagation les plus régulières les valeurs médianes trouvées sont, au-delà de l'horizon, nettement supérieures à celles calculées en tenant compte de la courbure terrestre et de la réfraction atmosphérique ; la formule théorique la plus satisfaisante serait celle de la diffraction au-delà d'une arrête vive, ce qui est paradoxal.

Ces valeurs médianes sont affectées, dans le temps, de variations — « fading » — imputables à l'atmosphère. Le rapport de la valeur quasi-maximum (dépassée 10 % du temps) à la valeur médiane, croît avec la fréquence et la distance : p. ex. à 100 milles, il est de 5 db sur 45 Mc/s et de 9 db sur 450 Mc/s.

Il faut y ajouter de grosses irrégularités spatiales provenant des reliefs de terrain, obstacles, etc. Dans un pli de terrain de profondeur H, la valeur médiane subit un affaiblissement moyen d'environ :

$$1{,}3\ \sqrt{H/\lambda}\ \text{décibels}$$

Les maisons, arbres, etc... produisent des effets difficiles à chiffrer ; dans Manhattan (New-York), la baisse moyenne de la valeur médiane est de — 25 db.

Appliquant ceci, et tenant compte des niveaux admissibles de brouillages, on trouve que des stations travaillant sur la même fréquence doivent être écartées de trois à dix fois leur rayon d'action normal.

P. D.

T. 232.5. — T. 254. — Sur la possibilité de calculer l'indice de réfraction d'une atmosphère stratifiée, à partir des mesures du champ radio-électrique.

J. W. GREEN, *Proc. Inst. Rad. Eng.*, janvier 1950, 38, a, 80/88.

A la Conférence tenue à Londres le 8 avril 1946, sur les influences météorologiques en propagation des ondes, Mac Farlane avait indiqué une méthode pour calculer la loi de variation de l'indice de réfraction en fonction de la hauteur, dans une atmosphère stratifiée, à partir des observations faites sur l'intensité du champ.

L'auteur discute la validité de cette méthode ; elle semble d'abord légitime pour des variations linéaires d'indice, correspondant aux conditions de propagation « standard » ; cependant même dans ce cas, les résultats exigent, pour être satisfaisants, une précision dans les valeurs du champ, qui semble incompatible avec le matériel expérimental et les variations accidentelles

Il faut compliquer la méthode par une courbe analytique ou une combinaison de plusieurs courbes convenablement associées.

Mais surtout, dans le cas le plus intéressant des conditions de propagation « non-standard », les profils ainsi calculés ne correspondent plus du tout à ceux trouvés d'ordinaire ; même lorsque les hypothèses de base : stratification horizontale, et mode unique de propagation, semblent correctes.

L'auteur conclut donc à regret que cette méthode est « inadéquate ».

P. D.

T. 277. — Bruits électriques.

D. MAURICE, G. F. NEWELL, J. G. SPENCER, *Wir. Eng.*, janvier 1950, 27, 316, P. 2. 12.

Importante enquête effectuée par la British Broadcasting Co p., sur l'effet perturbateur des bruits et la manière de le mesurer.

On a réuni dix-sept sources de bruits électriques à spectres différents, notes musicales ou impulsions, à fréquences variables de 0,1 à 100 périodes par seconde.

Ces bruits étaient écoutés par quarante opérateurs et leur niveau ajusté pour permettre une comparaison avec un bruit étalon — soit en force respective, soit en gêne apportée à une audition de radiodiffusion.

Enfin ces bruits étaient également mesurés objectivement avec six appareils différents, éventuellement précédés de réseaux correcteurs.

Tous les résultats sont présentés sous forme de courbes et tableaux. Ils ne sont pas faciles à résumer. En première approximation, on peut dire que la gêne augmente à peu près de trois décibels quand la largeur de bande du récepteur est doublée, ou quand la fréquence de répétition des impulsions est doublée. Les opinions des 40 observateurs sont assez cohérentes, sous réserve que trois d'entre eux ont dû être éliminés, et que les ingénieurs spécialisés en acoustique sont particulièrement discordants.

La structure et la phase des impulsions élémentaires importent assez peu.

Il est possible de modifier un appareil de mesure quadratique, de manière à évaluer correctement la gêne causée, même lorsque la fréquence de répétition devient inférieure à 1 p/s.

P. D.

T. 4. — AMPLIFICATION ET RÉCEPTION.

T. 429. — Amplificateurs-filtres à résistances-capacités.

C. H. MILLER, *Wir. Eng.*, janvier 1950, 27, 316, P. 26/29.

Etude sur l'emploi des éseaux résistances-capacités, associés aux amplificateurs, notamment dans une chaine de contre-réaction, pour obtenir des caractéristiques de filtres passe-bas, passe-haut, passe-bande.

Courbes et schémas pratiques.

Intérêt de la méthode aux fréquences inférieures à 1 000 c/s, où les self-inductances seraient encombrantes et coûteuses.

P. D.

T. 430. — Calcul des circuits d'entrée à faible facteur de bruit.

M. T. LEBENBAUM. *Proc. Inst. Rad. Eng.*, janvier 1950, 38, 1, 75/80.

L'auteur reprend le problème — déjà souvent traité — du circuit d'entrée à deux résonateurs accordés couplés, et de son dimensionnement pour avoir le maximum du rapport signal bruit. Il tient compte du bruit apporté par l'antenne et le primaire — du bruit apporté par le secondaire — du souffle et de la résistance d'entrée de la lampe, et traduit sa formule finale par quelques nomogrammes permettant le choix des meilleurs facteurs, notamment de celui qu'il appelle la « largeur de bande optimum » (*). Il n'oublie pas de mentionner que, si la bande est large, le facteur de bruit ainsi calculé est optimiste, parce que les hypothèses favorables exactes au centre de la bande ne le sont plus sur les bords.

P. D.

(*) Nous trouverions plus correct de parler du « couplage optimum » et de considérer l'élargissement de la bande comme une conséquence indirecte du « surcouplage ».

T. 430. — Amplificateurs linéaires.

M. A. SCHULTZ, *Proc. Inst. Rad. Eng.*, mai 1950, 38, 5, 475/483.

Il s'agit des amplificateurs « pour comptage d'impulsions » qui jouent un rôle essentiel dans les recherches de physique nucléaire.

On leur demande un certain nombre de qualités : gain, largeur de bande, stabilité, pas de rebondissement, et surtout une linéarité exceptionnelle (distorsion inférieure à 1 %).

L'auteur précise ces diverses conditions et indique les solutions possibles ; on a recours aux schémas classiques, mais avec

RÉSERVÉ A :

MANUFACTURE FRANÇAISE

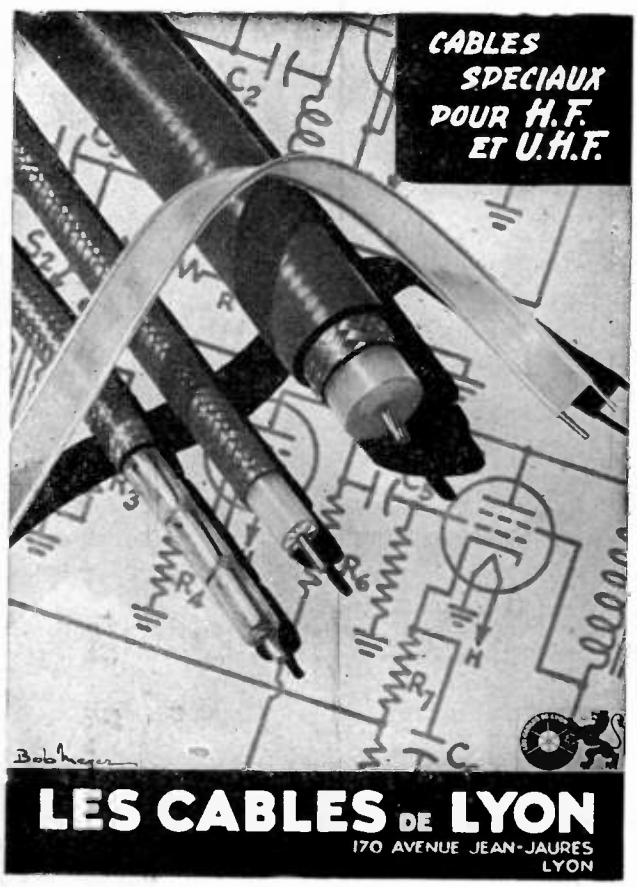
D'ŒILLETS MÉTALLIQUES

RT

TUBES POUR APPLICATIONS SPÉCIALES

Ondes courtes - Amplificateurs de lignes
Préamplis - Mesures - Télécommande

S. A. LA RADIOTECHNIQUE
Fournisseur des Administrations et des Services Publics
LABORATOIRES ET USINES :
51, RUE CARNOT — SURESNES



DARIO

TOUS LES TUBES DE RÉCEPTION

9, AVENUE MATIGNON, PARIS-8e

Régisseur exclusif de la Publicité de l'Onde Electrique : Agence-Publéditec-Domenach, 21, Rue des Jeuneurs, PARIS-2e, Tél. CENtral 97-63

de nombreuses précautions : réduction des capacités d'entrée, contre-réaction, couplages cathodiques, ajustages des constantes de temps, suppression des débits de grille, etc.

Des schémas d'ensemble, photographie et courbes de performances typiques sont donnés en exemples.

P. D.

T. 441.1. — Stabilisation des calculateurs d'équations simultanées.

G. A. KORN, *Proc. Inst. Rad. Eng.*, sept. 1949, 37, 9, 1200/1002.

Un certain nombre de machines à calculer résolvent des systèmes d'équations par une association d'amplificateurs à contre-réaction, qui annulent (pratiquement) la somme des tensions représentant les termes des équations. Mais le couplage de ces amplificateurs soulève un délicat problème de stabilité. L'auteur, après avoir rappelé les critères de ROUTH, NYQUIST et BODE, montre que la stabilité de l'ensemble peut se déduire de celle de chaque amplificateur isolé : le gain étant A, il suffit que l'amplificateur, monté pour résoudre la relation : $x = A(ax + b)$ soit stable pour toutes valeurs de a comprises entre 0 et 1.

P. D

T. 441.1. — Amplificateurs à réaction et servomécanismes. Leur théorie commune de base.

E. E. WARD, *Wir. Eng.*, mai 1950, 27, 320, 146/153.

Etude sur les relations obligatoires, dans les systèmes linéaires, entre l'amplitude et la phase du régime permanent, d'une part, et le régime transitoire, d'autre part. Le remplacement de la variable $j\omega$ par une variable complexe $\alpha + j\omega$ permet de faire apparaître la relation entre amplitude et phase, comme découlant des propriétés des fonctions analytiques ; la transformation de Laplace permet ensuite d'y ramener les régimes transitoires. De sorte que le système est totalement caractérisé par la position des pôles et des zéros de la fonction de transfert, dans le plan α, $j\omega$. Tableau récapitulant les propriétés des systèmes ayant au maximum deux pôles et deux zéros.

P. D.

T. 441.3. — Quelques aspects de la théorie de Bode.

H. FAMILIER, *Annales Radioél.*, janvier 1950, 5, 19, 36-54

On sait, que, dans un magistral ouvrage, Bode a démontré plusieurs relations nouvelles obligatoires entre les parties réelle et imaginaire des impédances, et s'en est servi pour déterminer la stabilité des amplificateurs à contre-réaction, et les moyens de l'améliorer. Dans cet article, l'auteur reprend l'exposé général de Bode et la démonstration des principales formules, en rappelant les notions mathématiques indispensables. Il en fait l'application à la contre-réaction, dont il donne les courbes limites idéales ; enfin, il traite un exemple de correction d'un amplificateur et compare avec les résultats expérimentaux.

P. D.

T.5. — EXPLOITATION ET APPLICATIONS

T. 542.7. — Systèmes pointillés de télévision en couleurs.

W. BOOTHROYD, *Electronics*, décembre 1949, janvier 1950, p. 88-92 et 96-99.

Le premier article discute les possibilités de transmission d'une image monochrome, au moyen d'impulsions brèves de fréquence 2F, entrelacées lors des explorations successives, puis arrondies et filtrées à la fréquence F. Ceci permet la meilleure utilisation de la bande passante suivant la loi de HARTLEY.

Le second article envisage l'application à une image trichrome. Dans la bande actuelle on pourrait passer une définition d'environ 400 lignes pour chaque couleur, sans aucun mélange. On ferait mieux encore si l'on acceptait, soit une légère « diaphonie » entre couleurs soit un privilège pour une des couleurs, par exemple la verte. (Cette étude « *philco* » est indépendante de celle R.C.A. signalée par ailleurs).

P. D.

T. 551. — Installation Radio et Electronique du « Caronia »

El. Comm. juin 1949, 26, 2, 107/128.

Le nouveau paquebot britannique Caronia (34.000 T) possède un équipement radio particulièrement moderne. Les matériels habituels d'émission et de réception télégraphique en ondes moyennes et courtes, goniomètres antennes, etc., sont installés avec grand soin, et même parfois avec coquetterie. En plus, pour permettre aux passagers d'appeler tous les réseaux mondiaux, le navire possède un ensemble radiotéléphonique à bande latérale unique (4 à 22 Mc/s, 300 w. crête).

Le tout est décrit avec détails et photographies ; on peut mentionner, par exemple, que la cabine « réception » est entièrement blindée et mise à la masse en un seul point (toutes connexions électriques filtrées). De telles précautions rendent possible le trafic duplex avec un écart de fréquences entre émission et réception, de 2,5 % en téléphonie, 4 à 5 % en télégraphie manipulée.

P. D.

T. 555. — Réflexions radar dans la basse atmosphère.

A. B. CRAWFORD, *Proc. Inst. Rad. Eng.* avril 1949, 37, 4, 404/405.

Lettre relatant une expérience faite en Arizona par le Naval Electronics Lab. et les Bell Lab., et tendant à éclaircir l'origine des mystérieux échos parfois observés dans les radars (« anges »).

Les observations ont été effectuées avec un double radar vertical émettant à la fois sur 3,2 cm (puissance crête 40 k,w) et sur 1,25 cm (puissance-crête 15 kw), des impulsions de 0 15 microsecondes. La sensibilité était suffisante pour détecter une balle de fusil, calibre 22, à des hauteurs de 1 100 à 1 700 m. L'apparition des « anges » a toujours été en corrélation satisfaisante avec celle des insectes (observés dans un faisceau lumineux) tout autre procédé pour produire des « anges » artificiels, et toute autre corrélation avec des phénomènes de propagation, ont échoué Il faut donc admettre que les « anges » sont des insectes.

P. D.

T.6. — DÉTAILS ET CONSTRUCTION DES APPAREILS ET DU MATÉRIEL.

621.318.7. — Filtre passe-bande à lignes coaxiales couplées.

J. J. KARAKASH, D. E. MODE, *Proc. Inst. Rad. Eng.*, janvier 1950, 38, 1, 48/52.

Si, dans un tube cylindrique, on place non pas un conducteur coaxial, mais deux conducteurs excentrés, on obtient un système de deux lignes couplées, analogue à un transformateur accordé ou à une cellule simple passe-bande.

L'auteur étudie ce système, en utilisant des travaux de Fuschs et de Cracken. Il trouve le schéma équivalent, les formules d'affaiblissement et d'impédance-image. La fréquence centrale de la bande correspond au quart d'onde pour les deux lignes ; la largeur de bande dépend du couplage, c'est-à-dire du rapport des impédances propres et mutuelles. Pour travailler sur une impédance de charge donnée, il faut ajouter une terminaison par transformateur adaptateur quart d'onde.

Deux réalisations expérimentales ont montré, sur 2 000 Mc/s, le degré d'approximation obtenu — à la vérité, assez large.

P. D.

621.318.7. — Lignes artificielles pour distribution et retard en vidéo-fréquence.

A. H. TURNER, *R. C. A. Review*, décembre 1949, 477/489.

L'auteur passe en revue onze variantes connues de lignes à retard : suites de cellules passe-bas simples, cellules en M, cellules en T ponté. Combinaisons mixtes.

Transformateurs spéciaux JUSQU'A 30 KVA

S. A. F. A. R. E.

"FERRIX"

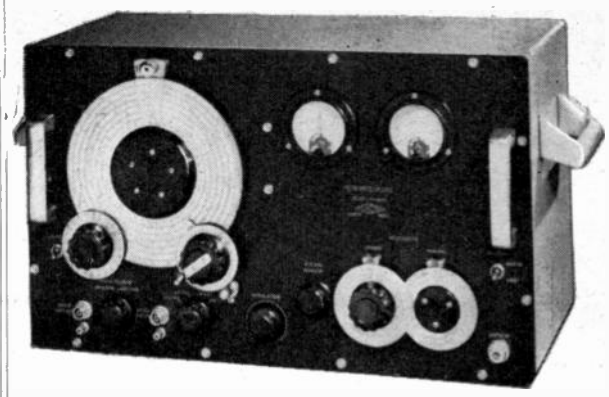
98, Av. Saint-Lambert
Téléphone : 849-29 NICE
Agence de Paris :
172, Rue Legendre - XVII^e
Téléphone : Mar. 99-21

★

AUTRES FABRICATIONS:

Transfos de : sonneries, sécurité, néon, mazout.
Survolteurs-dévolteurs,
Sonneries,
Autotransfos réversibles,
etc...

Andry R. L. Dupuy



★ **GÉNÉRATEUR ONDES COURTES**

de 5 à 410 mégacycles
Atténuateur à piston de 0,01 à 100.000 microvolts
Générateur intérieur pour modulation d'amplitude 400 et 1000 C. S. à 30 %
Modulation d'impulsion par générateur extérieur

★ **AUTRES FABRICATIONS**

Mégohmmètre type R. M. 101 de 0,1 à 1.000.000 de mégohms
Générateur d'impulsion P. 101

GEFFROY & CIE CONSTRUCTEURS
9, Rue des CLOYS - PARIS - MON. 44-65. (3 LIGNES)

Condensateurs au Mica
sous gaine céramique étanche

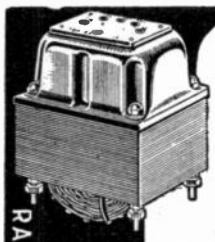
(conforme aux normes C G T U)

Grandeur nature

SSM RADIO

André SERF
127, *Faubourg du Temple*
PARIS (10^e) *Nor* 10-17

PUBL RAPY



TOUS LES TRANSFORMATEURS

TRANSFOS D'ALIMENTATION
Entièrement conformes aux règles de l'U T E
SELFS INDUCTANCE
Modèles spéciaux tropicalisés
SURVOLTEURS DÉVOLTEURS

- Branche Professionnelle . -
TOUS LES TRANSFOS, SELFS ET B.F
Pour : Émission, Réception, Télévision Sonorisation
TRANSFOS H^TE ET B^SE TENSION
Toutes applications industrielles
LES PLUS HAUTES RÉFÉRENCES

RADIO ET INDUSTRIE

PUBL. RAPY

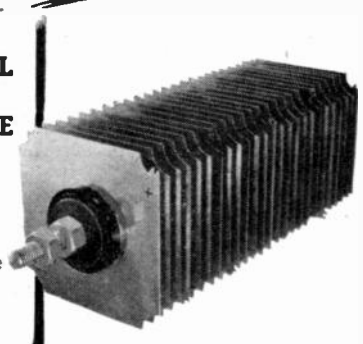
Ets VEDOVELLI, ROUSSEAU & Cie
5, Rue JEAN MACÉ - Suresnes (SEINE) Tél: LON 14-47, 48 & 50

Département EXPORTATION : S.I.E.M.A.R., 62, Rue de Rome, PARIS

IL EXISTE *Un* REDRESSEUR *pour chaque cas particulier*

Dans chaque cas nous vous proposons le meilleur redresseur
soit à l'Oxyde de Cuivre
OXYMÉTAL
soit au Sélénium
WESTALITE

Les milliers de redresseurs actuellement en service sont notre meilleure référence.



OXYMÉTAL WESTALITE

DEMANDEZ NOTRE DOCUMENTATION
N° 124

COMPAGNIE DES FREINS ET SIGNAUX
WESTINGHOUSE
16, RUE DE LA VILLE-L'ÉVÊQUE - PARIS 8^e
TÉL. : ANJOU 17-51 & 38-91

Régisseur exclusif de la Publicité de l'Onde Electrique : Agence-Publieditec-Domenach, 21, Rue des Jeuneurs, PARIS-2^e, Tél. CENtral 97-63

D'après le calcul de la linéarité du déphasage, les cellules en T ponté devraient être les meilleures. Cependant l'expérience n'a pas confirmé cette prévision du moins pour la transmission des images de télévision, et les meilleurs résultats ont été obtenus avec une ligne à 20 cellules dont 12 seulement étaient pontées.

Schémas, courbes de performances et valeurs numériques.

P. D.

T. 62. — Système compteurs d'impulsions employant des transistors.

E. EBERHARD, R. O. ENDRESS, R. P. MOORE R.C.A. *Rev.*, X, 4, décembre 1949, 459/476.

Les auteurs décrivent différents montages bistables, monostables ou instables, c'est-à-dire multivibrateurs, basculeurs, diviseurs, etc.. dans lesquels les tubes classiques sont remplacés par des triodes à cristaux transistors. Cette adaptation soulève des difficultés, mais fournit aussi des possibilités nouvelles, par exemple celle d'un oscillateur bistable avec un seul transistor. Des schémas, valeurs numériques, et oscillogrammes expérimentaux, sont donnés.

Il faut ajouter que si, pour cet usage, certains défauts des transistors sont acceptables, faible puissance, limite de fréquences, niveau de bruit, par contre il faut absolument améliorer la stabilité avec le temps et la température, ainsi que l'homogénéité des fabrications.

P. D.

T. 647. — Semi-conducteurs électroniques et complexes dérivés — Théorie — Applications.

Par Stanislas TESZNER Ingénieur-Conseil, Ingénieur-Docteur. Préface de Louis DE BROGLIE, secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences.

1 Volume de 96 pages 21 cm × 30 cm. Prix 1.000 francs. Don de l'Editeur : Gauthier-Villars, 55, quai des Grands Augustins, Paris (6e).

Dans la première partie de cet ouvrage, l'auteur développe l'interprétation actuelle des phénomènes de semi-conductibilité. Cette partie théorique comprend donc l'étude des théories de Davydow, de Mott, de Schottky, d'une part et de celles de Slépian, de Guntherschulze, de Krutschatow, Kostima et Rusinow d'autre part. L'auteur donne ses idées personnelles dans des essais de théories des phénomènes dans la couche limite et dans les complexes.

Après cette première partie théorique l'auteur étudie des applications pratiques des semi-conducteurs électroniques :

Etude des redresseurs de courant et dispositifs dérivés.

Etude des résistances non linéaires et dispositifs dérivés.

Etude des thermistances.

Une bibliographie de 120 articles termine l'ouvrage.

M. M.

T.9 — DIVERS.

T. 9. — Étude matricielle des réseaux électriques.

Ph. LE CORBEILLER (Matrix Analysis of electric networks), par J. Wiley, N. Y. 1950.

Ce petit livre d'une centaine de pages n'est pas un traité mais une introduction à l'étude matricielle des réseaux sous la forme discutable qu'a développée G. Kron. Aussi l'auteur insiste-t-il beaucoup sur les notions de réseaux « primitif » et « intermédiaire». L'exposé est élémentaire et fort clair. Les démonstrations sont faites sur des exemples simples. La méthode des équations de mailles et celle des équations nodales sont considérées successivement puis simultanément, de manière à traiter le cas où il existe à la fois des générateurs de tension et des injecteurs de courant.

M. D. I.

T. 9. — Cours de calcul opérationnel (Transformation de Laplace).

par Maurice DENIS-PAPIN et le Capitaine A. KAUFMANN, Albin Michel, 22, rue Huyghens, Editeur.

L'ouvrage présenté correspond à des leçons faites, dans le domaine des mathématiques appliquées, à l'Institut Polytechnique de Grenoble. On y fait essentiellement l'étude de la transformation de Laplace et de la transformation inverse (intégrale de Mellin-Fourier). (Chapitre I et II). Un chapitre III traite de la notion générale d'impédance. Les chapitres IV, V et VI s'intitulent respectivement, Compléments, Applications, Table et Bibliographie.

L'ouvrage est préfacé par M. F. Esclangon, Directeur de l'Institut Polytechnique de Grenoble. Sa présentation, de fond et de formes, en fait certainement un ouvrage très maniable pour tous ceux qui ont à utiliser le calcul opérationnel.

Le prix de l'ouvrage qui comporte 240 pages est de 1.200 fr.

R. R.

T. 9. — La technique du chauffage électrique. Ses applications domestiques et industrielles.

par Charles FRÉROT ingénieur I. E. G. Sous-directeur aux usines et Fonderies Arthur-Martin à Revins (Ardennes). Préface de H. PARODI, membre de l'Institut.

1 Volume de 500 pages 16,5 × 25 cm. Prix 2 500 fr. Don de l'Editeur : Gauthier-Villars, 55, quai des Grands Augustins, Paris (6e).

Ce volume est le tome I de l'ouvrage. Il est réservé aux « Théories et Calculs », une annexe est intitulée : « Une courte étude sur la transmission de la chaleur et sur les systèmes d'unités ».

Après avoir posé le problème du chauffage électrique dans sa généralité l'auteur étudie l'évolution de ce genre de chauffage au cours de ces dernières années.

L'étude théorique commence par les résistances métalliques, et les alliages employés, ensuite elle s'étend aux résistances non métalliques et aux différents types d'éléments chauffants. Les résistances liquides, la décomposition de l'eau par le courant, la résistivité de l'eau et sa dilatation sont ensuite étudiées. Les chapitres suivants traitent de l'accumulation et des accumulateurs d'eau chaude et de vapeur.

Dans les divers chapitres on trouve un certain nombre d'applications numériques et dans l'annexe sur la transmission de la chaleur des données numériques très utiles.

M. M.

T. 9. — Dipôles et Quadripôles.

par Louis BOE, Editions Etienne Chiron, 40, rue de Seine, Paris.

Dans cet ouvrage de 147 pages sont successivement étudiés : les dipôles linéaires, les quadripôles linéaires passifs, les quadripôles de couplage, la transformation des quadripôles, le transfert sur impédance caractéristique et sur impédance itérative, le transfert sur impédances conjuguées, les quadripôle actifs. Application est faite aux filtres, transformateurs et aux lignes.

Les questions étudiées le sont par des moyens simples, mais la présentation en est faite avec beaucoup de clarté. Les notions fondamentales sont bien mises en évidence. Ouvrage à recommander à ceux qui sans être des spécialistes des problèmes abordés désirent se familiariser avec eux.

R. R.

S. OSTROVIDOW

Ingénieur Civil du Génie Maritime

TRAITÉ DE RADIOGUIDAGE

aux agents techniques et ingénieurs
aux étudiants
aux utilisateurs

Rappel de notions fondamentales. — Fréquences utilisées. — Emission et réception dirigées. — Problèmes posés par le radio-guidage. — Le cadre dans le radio-guidage. — Les premiers systèmes de radio-guidage. — Le système européen d'A. S. V. avec radio-phare et deux balises. — La courbe de descente Le câble d'atterrissage. — Radio-phares à champ tournant. — Le radio-compas. — Détection d'obstacles et mesures de hauteurs. — Procédés modernes Le radar. — P. S. V. par systèmes hyperboliques. — Autres systèmes récents. — A. S. V. moderne (Système I. L. S.). — Navigation sans pilote à bord Notions élémentaires sur la navigation

Un volume de 232 pages 16 × 25 cm
Prix : broché : 1080 fr **Relié : 1200 fr**
Port : 70 francs

ÉDITIONS CHIRON, 40, rue de Seine, 40, PARIS (6e) — C. C. P. Paris 53.35

DICTIONNAIRE DES UNITÉS
DES GRANDEURS PHYSIQUES

PAR

P. M. GONNARD
Ingénieur E.P.C.I., Professeur à l'Ecole Bréguet
Ancien directeur du Laboratoire Général d'Essais Industriels

et

C. GUILLOU
Ingénieur A. et M.
Chef de plateforme d'essais, Professeur à l'Ecole Bréguet

Un ouvrage cartonné de 254 pages. — Format : 14 × 18. — Prix : 440 frs

COMPLÉMENT

Tableau de conversion des unités usuelles en unités P. M. K. S.

Un fascicule 16 × 25 cm. — Prix : 75 frs

ÉDITIONS CHIRON — 40, Rue de Seine — PARIS (6e) — C. C. P. PARIS 53.35

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE de RECHERCHES TECHNIQUES

40, Rue Boïeldieu — **PUTEAUX** (Seine) —:— Téléphone : **LON**champ **02 - 72**

Désire engager très bonnes conditions

1. **INGÉNIEUR** très **QUALIFIÉ** spécialisé **RADIO (B. F.)** et **MÉCANIQUE** susceptible assurer direction laboratoire de recherches, disposant longue pratique et ayant réalisé études originales

2. **INGÉNIEUR** spécialisé **MÉCANIQUE** ou **ÉLECTRO - MÉCANIQUE** ayant pratique d'études matériel de précision, tel que commandes à distance, dispositifs d'asservissement, instruments de mesure aviation, etc..

3. **INGÉNIEUR OPTICIEN** ayant pratique laboratoire, susceptible entreprendre études dispositifs optiques auxiliaires pour instruments de mesure physique. Connaissances générales mécaniques et physiques désirées.

Ecrire références, curriculum vitae, et téléphoner pour fixer rendez-vous avec directeur technique :
à Mme MATTEI. MAI 54-20

Régisseur exclusif de la Publicité de l'Onde Electrique : Agence-Publéditec-Domenach, 21, Rue des Jeuneurs, PARIS-2e, Tél. CENtral 97-63

A^1, d'un arc en courant continu de faible intensité (température de couleur environ 3.600° K).

A^2, d'un arc en courant continu de forte intensité (température de couleur environ 5.800° K).

E^1, d'un écran fluorescent du type P 5 au tungstate de calcium.

E^2, d'un écran fluorescent du type P 11 au sulfure de zinc activé à l'argent.

E^3, d'un écran fluorescent du type P 15, de la forme hex — Z n O (Z n).

La courbe de ce dernier, actuellement utilisé dans le système « flying spot », est particulièrement remarquable avec ses deux bandes d'émission dans le bleu-vert et l'ultra-violet.

Sont également rassemblées snr la figure 4, avec, brillance de ces sources peut dépasser 10^4 stilbs et même atteindre 80.000 stilbs pour l'arc à forte intensité.

Cependant c'est la cellule à l'antimoine avec ou sans adjonction de *Bi* qui, par sa très grande sensibilité, s'est rapidement imposée dans la pratique.

III. — GÉNÉRALITÉS SUR LE SIGNAL VIDEO

1. — Valeur du signal Video

Du multiplicateur invariablement utilisé dans les divers dispositifs, il sort un courant *I*, *proportionnel* à chaque instant *à la transparence T* de l'élément de surfaces du film couvert par le point explorateur (voir Fig. 5).

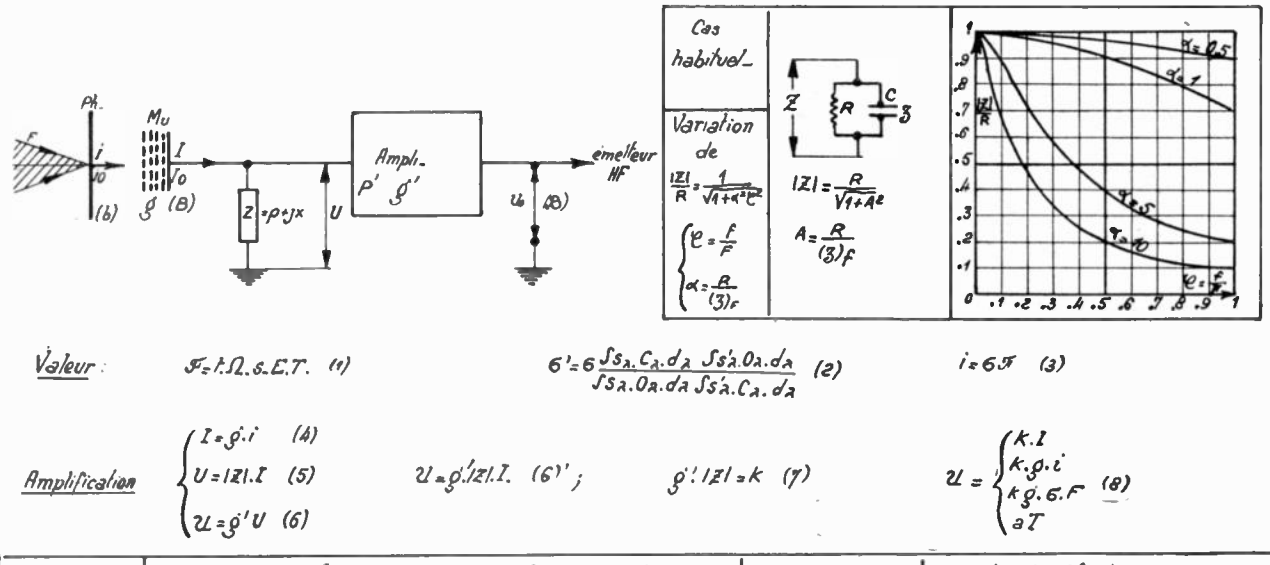


Fig. 5 — Transmission d'images de transparence variable (*n* lignes, bande *F*) — Signal video.

comme référence, la courbe O du facteur de visibilité de l'œil, les sensibilités spectrales relatives d'un certain nombre de photocathodes susceptibles d'être accouplées avec les sources ci-dessus.

On constate immédiatement que la cellule courante Cs/Cs^2O/Ag n'est d'un emploi intéressant qu'avec les sources à incandescence : la brillance maximum de ces dernières est de l'ordre de 10^3 stilbs.

Par contre les cellules au *K* ou au *Rb* ainsi que la cellule à couche Cs/Sb s'accouplent favorablement avec les écrans fluorescents et les arcs ; la

La tension variable *U* créée, par le passage de ce courant, aux bornes d'une *impédance de charge Z* est appliquée à l'entrée d'un amplificateur à lampes dont la tension de sortie $\mathcal{U}$ est suffisante pour moduler un émetteur *HF*.

Le flux utile, issu de la source *S* et tombant sur la photocathode, c'est-à-dire celui provenant *exclusivement* de la surface *s* du film est donné, en lumens, par la formule déjà donnée :

$$\mathcal{F} = I \,.\, \Omega \, s \,.\, E \,.\, T. \qquad (1)$$

Cette photocathode possède une sensibilité σ,

exprimée en Amp/Lm, sous le rayonnement d'une source auxiliaire S' constituée par une lampe à filament de tungstène de température de couleur T (en général 2.848° K).

S_λ et S'_λ étant les courbes d'émission spectrale respectives des sources S et S', C_λ étant la courbe de sensibilité spectrale de la photocathode et O_λ étant la courbe du facteur de visibilité de l'œil, toutes courbes tracées avec des ordonnées arbitraires, le courant de photocathode correspondant au flux $\mathcal{F}$ est donné en ampères par la formule :

$$i = \sigma' \cdot \mathcal{F} . \qquad (2)$$

dans laquelle :

$$\sigma' = \sigma \cdot \frac{\int S_\lambda \cdot C_\lambda \cdot d_\lambda}{\int S_\lambda \cdot O_\lambda \cdot d_\lambda} \cdot \frac{\int S'_\lambda \cdot O_\lambda \cdot d_\lambda}{\int S'_\lambda \cdot C_\lambda \cdot d_\lambda} \qquad (3)$$

Cette discrimination entre σ et σ' devient indispensable lorsque la photocathode employée a une sensibilité spectrale notablement différente de celle de l'œil et tout particulièrement lorsque la source lumineuse, comme c'est le cas pour un écran fluorescent, possède une émission spectrale très différente de celle d'une lampe à incandescence.

2. — Amplification

Le courant de sortie du multiplicateur, de gain en courant g indépendant de la fréquence :

$$I = g \cdot i . \qquad (4)$$

La tension d'entrée de l'amplificateur à lampes :

$$U = |Z| \cdot I . \qquad (5)$$

La tension de sortie, pour un gain g' en volts :

$$\mathfrak{U} = g' \cdot U = g' \cdot |Z| \cdot I . \qquad (6)$$

L'amplificateur ayant un gain, en fonction de la fréquence, établi pour que :

$$g' \cdot |Z| = K \qquad (7)$$

On aura :

$$\mathfrak{U} = K \cdot I = K \cdot g \cdot i . = K \cdot g \cdot \sigma' \cdot \mathcal{F} = a \cdot T \qquad (8)$$

Quelle que soit la fréquence, la tension de sortie ou signal vidéo est proportionnelle à la transparence.

On dit encore que le "gamma" de ces dispositifs est égal à l'unité ; le gamma propre des tubes cathodiques récepteurs étant très supérieur à 1 (de l'ordre de 2,5) il a été reconnu intéressant d'introduire dans l'amplificateur, *un correcteur de gamma*, d'un gamma voisin de 0,4, corrigeant par avance le gamma du récepteur et permettant le passage des copies cinématographiques habituelles.

3. — Pureté du signal Video

Un signal parasite accompagne le signal vidéo ; dénommé couramment « souffle » ou « bruit », il est engendré dans les éléments successifs tant traducteur que transducteurs de l'installation : sa nature est essentiellement « erratique » et son énergie uniformément répartie dans la *bande de fréquences utilisée*.

a) *Bande de fréquences*. Pour chaque émission de télévision, la valeur F de cette bande fait également l'objet d'une norme. Toutes choses égales, par ailleurs la valeur choisie est en principe reliée au nombre de lignes par la formule :

$$F = \beta \cdot n^2 \qquad (9)$$

où β est une constante assurant, en prise de vue directe, l'égalité des résolutions horizontale et verticale, avec un point explorateur ayant pour dimensions linéaires efficaces le pas des lignes d'exploration.

La tension de sortie $\mathfrak{U}$ doit donc être une représentation correcte en amplitude et phase des termes de fréquence $\leqslant F$ selon lesquels se décompose la fonction représentant la variation de la transparence du film analysé, suivant une trajectoire normalisée, donc avec un certain « rendement de lecture », par un point explorateur de dimensions déterminées.

En prise de vue directe, compte tenu de la réduction de ce rendement dans les détails fins de l'ordre de grandeur du pas des lignes, les résolutions verticale et horizontale peuvent être sensiblement égales

b) *Facteur de pureté* : La tension de sortie (ou, plus exactement la $\sqrt{\ }$ du carré moyen de sa tension de forme erratique) du souffle $\mathfrak{B}$, superposée à la tension vidéo $\mathfrak{U}$ est donc répartie dans toute la bande de fréquences F ; elle doit avoir une valeur suffisamment faible pour que l'image n'apparaisse pas désagréablement « soufflée ».

Ceci a conduit à considérer un nouveau facteur important caractérisant la pureté du signal transmis.

Ce facteur est égal au rapport : $p = \dfrac{\text{signal}}{\text{souffle}}$

Nous le dénommerons, par la suite, le « *facteur de pureté* » du signal.

4. — Facteur de mérite d'un dispositif de télécinéma (avec pellicules négatives et positives de très haut pouvoir résolvant).

a) *Définition du facteur de mérite* : Dans cet ordre d'idées, on a également trouvé commode de caractériser, sous l'un de ses aspects capitaux, la valeur pratique d'une technique d'obtention en prise de vues, du signal vidéo, par un « facteur de mérite » qui n'est autre que la valeur particulière p_0 du facteur de pureté pour le signal correspondant au passage du point explorateur de la brillance maximum à la brillance nulle.

L'expérience a alors montré que pour une valeur de 10 de ce facteur, l'image pouvait être considérée comme « *bonne* », bien que le souffle y soit encore perceptible, mais qu'il devait s'élever à 30 pour que, le souffle devenant pratiquement imperceptible, l'image puisse être jugée « *excellente* ».

b) *Calcul du facteur de mérite* : Par extension au cas d'images de transparence variable, nous allons chercher à évaluer ce facteur p_0 dans les dispositifs considérés, pour un passage du point explorateur de la transparence maximum T_M à la transparence minimum T_m, émettant provisoirement l'hypothèse dont nous discuterons plus loin la validité, que ces

valeurs extrêmes de transparence se maintiennent jusqu'aux détails ultimes exigés ; autrement dit, nous supposerons qu'au cours des processus photographiques il n'a été fait usage que de pellicules d'un pouvoir résolvant suffisant pour justifier cette hypothèse.

Tout d'abord, à la sortie de la photocathode, on a, superposés : un courant signal i donné par la formule (2) où $T \cong T_M$ et un courant de souffle :

$$b = \sqrt{2\,e\,F\,(i + i_0)} \qquad (10)$$

e étant la charge de l'électron et i_0 le courant d'obscurité de la photocathode.

En cet endroit donc :

$$(p_0)_p = \frac{i}{\sqrt{2\,e\,F\,(i + i_0)}} \qquad (11)$$

La théorie et l'expérience donnent pour le courant de souffle B superposé, à la *sortie du multiplicateur*, au courant de signal I, une valeur telle que p_0 tombe à la valeur :

$$(p_0)_m = \frac{g\,.\,i}{B} = \frac{1}{m}\,\frac{i}{\sqrt{2\,e\,F\,(i + i'_0)}} \qquad (12)$$

m étant un coefficient > 1, variable avec le nombre et le gain des étages et en général voisin de $\sqrt{2}$, et i'_0 étant la valeur $\frac{I_0}{g} > i_0$ du courant d'obscurité du multiplicateur « rapporté » à la photocathode.

Cependant, il vient s'ajouter aux courants I et B, un nouveau courant de souffle B' engendré dans l'impédance de charge $Z = \rho + j\,X$ et dans la « résistance de souffle équivalent » ρ' de l'amplificateur :

$$B' = \sqrt{4\,k\,.\,T\,.\int \frac{\rho + \rho'}{|Z|^2}\,.\,df} \qquad (13)$$

k étant la constante de Boltzman et T la température absolue.

Il est heureusement possible de se libérer de ce souffle additionnel, grâce au multiplicateur, en lui demandant un gain g tel que ce souffle apparaisse négligeable devant celui émergeant du multiplicateur, soit :

$$\sqrt{4\,.\,k\,.\,T\int \frac{\rho + \rho'}{|Z|^2}\,.\,df} \leqslant gm\sqrt{2e\,.\,F\,.\,i'_0} \qquad (14)$$

et pour $m = \sqrt{2}$

$$g \geqslant \frac{0{,}157}{\sqrt{i'_0}}\sqrt{\frac{1}{F}\int_0^F \frac{\rho + \rho'}{|Z|^2}\,.\,df} \qquad (15)$$

cette inégalité satisfaite, le facteur de mérite $(p_0)_m$ est conservé.

Remarque : Dans le *cas habituel* d'une impédance de charge (R et C en parallèle), si l'on pose : $R = \frac{\alpha}{2\pi CF} = \alpha\,(z)_F$, la condition (15) devient :

$$g \geqslant \frac{0{,}157}{\sqrt{Ri'_0}}\sqrt{1 + \frac{\rho'}{R}\left(\frac{1 + \alpha^2}{3}\right)} \qquad (15)'$$

La quantité :

$$\frac{\rho'}{R}\left(1 + \frac{\alpha^2}{3}\right) = \frac{\rho'}{(z)_F}\left(\frac{1}{\alpha} + \frac{\alpha}{3}\right)$$

étant pratiquement voisine de 2 à 3 $\frac{\rho'}{(z)_F}$, cette formule (15)′ ne conduit pas, même en haute définition, à une valeur de gain notablement supérieure à celle donnée par la formule simplifiée :

$$g \geqslant \frac{0{,}157}{\sqrt{Ri'_0}} \qquad (15)''$$

Enfin, l'ensemble « Z — amplificateur » constituant d'après (8) un amplificateur courant-tension de gain k, *indépendant de la fréquence*, ce facteur de mérite est de nouveau conservé à sa sortie, c'est-à-dire que :

$$p_0 = \frac{\mathfrak{U}}{\mathfrak{B}} = \frac{1}{m}\,\frac{i}{\sqrt{2e\,F\,(i + i'_0)}} \qquad (16)$$

Dans le cas des dispositifs actuellement utilisés, cette formule se simplifie considérablement si, pour le multiplicateur, on considère, non plus le courant d'obscurité « rapporté à la photocathode », mais la *valeur $\mathcal{F}_0$ du flux lumineux* qui, tombant sur cette dernière, donnerait un courant photoélectrique équivalent.

Cette valeur qui constitue une caractéristique importante de qualité d'un multiplicateur, est inférieure à 10^{-8} *Lm* pour un bon multiplicateur et souvent beaucoup moindre.

Or la résolution numérique de la formule (1) révèle pour ces dispositifs, une valeur $\mathcal{F}$ du flux utile très supérieure, même en haute définition, à la valeur de $\mathcal{F}_0$; pouvant ainsi négliger pratiquement $\frac{i'_0}{i}$, on obtient, adoptant pour m la valeur courante $\sqrt{2}$.

$$p_0 = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{i}{eF}} \qquad (17)$$

D'après cette formule, il devrait être possible d'obtenir, avec un bon multiplicateur ayant un gain suffisant et une photocathode d'une sensibilité de 50 μ *A/Lm*, tout à fait normale avec une couche Cs/Sb, une *image excellente* ($p_0 = 30$) avec un flux élémentaire utile (exprimé en lumen) :

$$\mathcal{F}_{(30)} \cong 10^{-11}\,F. \qquad (18)$$

Pour une définition allant de 400 à 1.000 lignes et par conséquent une bande de fréquences variant de 3 à 17 Mc/s, cette valeur favorable de flux varie de 0,3 à 1,7 10^{-4} *lumen*.

5. — Variation du facteur de pureté pour un facteur de mérite déterminé

Tandis que pour le signal maximum S correspondant au passage de la transparence maximum T_M à une transparence nulle, le facteur de pureté :

$$p_0 = \frac{S}{B} = \frac{K\,T_M}{K'\sqrt{T_M}} = \frac{K}{K'}\sqrt{T_M}$$

pour un signal quelconque s correspondant au passage de la transparence T à la transparence T', ce facteur devient :

$$p = \frac{K\,(T' - T)}{K'\sqrt{T + T'}}$$

et si l'on pose :

$$\sigma = \frac{s}{S} = \frac{T' - T}{T_M} \qquad \text{et} \qquad \tau = \frac{\frac{T + T'}{2}}{\frac{T_M}{2}} = \frac{T + T'}{T_M}$$

$$p = \frac{K}{K'}\frac{\sigma\,T_M}{\sqrt{\tau\,T_M}} = p_0\frac{\sigma}{\sqrt{\tau}}$$

formule dans laquelle σ et τ sont les valeurs du signal et de la transparence moyenne lorsque le signal maximum et la transparence moyenne correspondante sont respectivement pris pour unité.

Dans une installation réalisée suivant les techniques considérées ici, la pureté du signal est non seulement *proportionnelle* au signal donc à la variation de transparence, mais encore inversement proportionnelle à la racine carrée de la transparence moyenne.

Contrairement à ce qui se passe dans une installation ne comportant pas de multiplicateur (valeur absolue du souffle pratiquement indépendante du signal, d'où $p = K\,p_0$), la pureté du signal, toutes choses égales par ailleurs, *est ici moindre dans les régions de forte transparence.*

6. — Action du pouvoir résolvant des pellicules sur le facteur de mérite d'un telecinéma

Si l'on peut toujours compter sur la valeur p_0 du facteur de mérite formulée en (17) lorsque l'exploration s'effectue dans des régions ne comportant pas de fins détails, il n'en est plus de même dans ces derniers. Alors qu'en prise de vue directe, le facteur de mérite peut n'être qu'à peine atténué dans les détails fins avec une cible accumulatrice bien isolante et un bon objectif, il peut être, en télécinéma, fortement affecté par le manque de pouvoir résolvant de la pellicule et plus particulièrement par celui de la pellicule négative de laquelle on réclame le plus de sensibilité.

C'est ainsi, que pour un sujet présentant quelle que soit la grosseur du détail les brillances extrêmes minimum et maximum, l'enregistrement sur pellicule avec un très bon objectif, ne présente plus qu'un écart de densité voisin de 0,05 seulement dans les détails correspondant à la valeur du pouvoir résolvant indiqué par le fabricant de cette pellicule.

A titre indicatif, cette valeur est de 55 traits au mm pour la panchro + X, d'usage courant dans les studios.

Il en résulte, après copie sur une pellicule positive et malgré le pouvoir résolvant élevé de cette dernière, une réduction du contraste d'autant plus marquée que les détails enregistrés sont plus fins.

Lorsqu'augmente la finesse des détails, la transparence maximum diminue tandis que la transparence minimum augmente jusqu'à rejoindre la précédente et que la transparence moyenne s'accroît légèrement en tendant vers une valeur limite. Par suite, l'écart de transparence décroît rapidement dans les fins détails jusqu'à s'annuler.

Pour les détails ultimes correspondant à la définition 819 lignes, l'écart maximum de transparence sur la copie positive d'un négatif enregistré sur panchro + X, est approximativement réduit de moitié sur film de 35 et des 5/6 sur film de 16 mm.

Compte tenu de la faible augmentation du souffle causée par la légère augmentation de la transparence moyenne, la valeur p_0 du facteur de mérite d'un télécinéma dans les gros détails devient pour les détails ultimes correspondant à 819 lignes, approximativement $\frac{p_0}{2}$ sur film de 35 et $\frac{p_0}{7}$ sur film de 16 mm, lorsque la pellicule négative intermédiaire est la panchro + X.

7. — Choix de l'impédance de charge

Celle-ci est habituellement constituée par une résistance pure R que shunte une capacité parasite C.

Comme l'indiquent les courbes tracées, la variation de $|Z|$ avec la fréquence f, $|Z|$ et f étant respectivement exprimés en fonction de R et de F, ne dépend que de la valeur $\alpha = \frac{R}{(z)_F}$ de la résistance de charge exprimée en fonction de l'impédance de la capacité C pour la fréquence maximum F.

Il résulte de l'équation (7) que les courbes de variation du gain g' de l'amplificateur avec la fréquence, g' et f étant respectivement exprimés en fonction du gain $(g')_0$ et de F, ne dépendront également que de la valeur de α.

Le choix d'une valeur élevée de résistance de charge conduit à réduire considérablement le gain de l'amplificateur aux très hautes fréquences et à doter cet ampli d'un *correcteur d'impédance* efficace ; ce choix, pratiquement sans action sur la pureté du signal quant au souffle proprement dit, peut avoir l'avantage de l'améliorer quant aux signaux parasites de basse fréquence susceptibles d'être récoltés dans les étages précédant le correcteur.

8. — Variation du facteur de mérite et des gains d'amplification avec le nombre de lignes.

a) *L'éclat de la source est indépendant du nombre de lignes* : c'est à priori le cas pour tous les dispositifs utilisant une source non cathodoluminescente (dispositifs mécaniques ou à tube dissecteur). On a : $[s] = [n]^{-2}$, $[i] = [n]^{-2}$ et par conséquent $[p_0] = [n]^{-2}$. Cependant, pour avoir le *même* signal de sortie $\mathfrak{U}$, il faut que le *gain total* : $[K][g] = [n]^{-2}$

On conservera parallèlement le *même* signal U à l'entrée de l'amplificateur ainsi que la même cour-

be de variation du gain en fonction de la fréquence réduite, en adoptant :

$$[g'] = [n]^0, \text{ c'est-à-dire } [K] = [\,/Z/\,] = [R] = [z_F] = [n]^{-2} \text{ et } [g] = [n]^4$$

Ainsi donc, *lorsque l'on double le nombre de lignes*, le coefficient de pureté est divisé par 4 ; le gain du multiplicateur doit être multiplié par 16, l'impédance de charge divisée par 4, cependant que l'amplificateur doit conserver le même gain *quelle que soit la fréquence réduite.*

b) *Le flux utile est indépendant du nombre de lignes* : c'est, ainsi que nous le verrons tout à l'heure, le cas des dispositifs à tube cathodique utilisant la lumière d'un écran fluorescent pour lequel la charge spécifique est sensiblement indépendante du nombre de lignes.

On a donc : $[i] = [n]^0$ et par conséquent : $[p_0] = [n]^{-1}$. Opérant comme ci-dessus, on obtient successivement :

$$[K]\ [g] = [n]^0$$
$$[g'] = [n]^0\ ,\ [K] = [n]^{-2}\ ,\ [\,/Z/\,] = [n]^{-2} \text{ et } [g] = [n]^{-2}$$

Lorsque *l'on double le nombre de lignes*, le coefficient de pureté n'est plus divisé que par 2 ; le gain du multiplicateur peut n'être que multiplié par 4 ; l'impédance de charge et le gain de l'amplificateur varient comme en a).

N. B. — Dans les deux cas, l'augmentation indiquée du gain du multiplicateur avec le nombre de lignes est plus que suffisante pour maintenir à une valeur négligeable le souffle apporté par Z et ρ'.

B) DESCRIPTION ET PERFORMANCES DES SYSTÈMES DE TELECINÉMA NON ACCUMULATIFS

Je ne vous signalerai, que pour mémoire, les *systèmes de télécinéma utilisant des dispositifs d'exploration exclusivement mécaniques.*

De tels systèmes ont dû être abandonnés dès l'apparition de la moyenne définition ; le flux lumineux modulé devenait insuffisant aux vitesses périphériques maxima utilisables et les difficultés d'exécution, l'encombrement et la puissance motrice à mettre en jeu les rendait inexploitables.

Seuls, peut-être, pourraient éventuellement être envisagés des systèmes n'utilisant des dispositifs mécaniques en mouvement (miroirs tournants ou oscillants) que pour assurer exclusivement l'exploration lente d'image en association avec le mouvement du film.

Je vous décrirai par contre, en précisant leurs performances, un certain nombre d'appareils employant des dispositifs d'exploration électroniques.

Ces appareils se rattachent à deux systèmes fondamentaux.

1°) Système à tube dissecteur de Farnsworth.

2°) Système à tube cathodique fluorescent ou système « flying spot ».

1. — Système à tube dissecteur de Farnsworth

1. — Description de divers appareils

a) *Appareils utilisant un projecteur à déroulement continu du film sans compensation optique.*

a1) *Disposition d'analyse Fernseh* (441 lignes, 50 trames entrelacées par seconde) (Fig. 6) réalisée

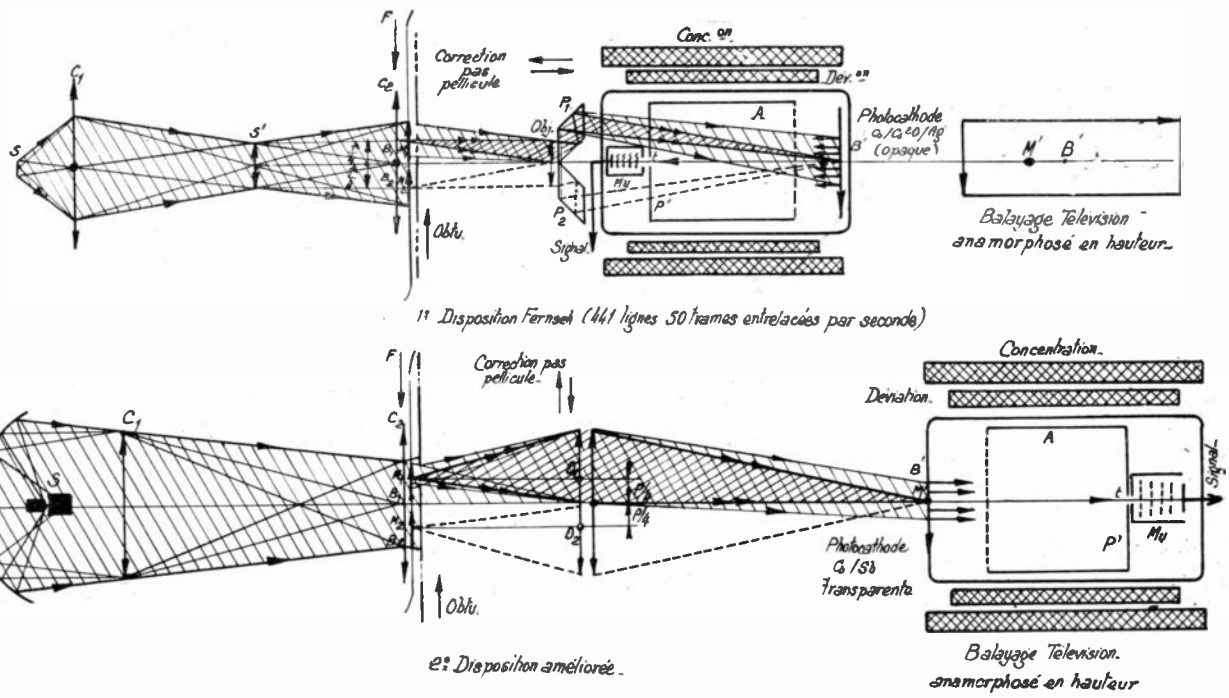


Fig. 6 — Télécinéma sans accumulation avec déroulement à défilement continu sans compensation optique. Système à tube dissecteur.

avant guerre avec un projecteur Zeiss spécial ; le film défile d'un mouvement continu et uniforme derrière une fenêtre d'exploration plane sur laquelle est condensée la lumière d'une forte lampe de projection.

Un système optique à double imagerie composé d'un objectif de projection et de deux prismes identiques, donne en B', sur la photocathode d'un dissecteur de Farnsworth, deux images égales superposées des moitiés supérieure et inférieure B_1 et B_2 de la fenêtre d'exploration.

Les photoélectrons issus de cette photocathode, à la fois accélérés et concentrés par une anode A et une bobine de concentration forment dans le plan P' d'une ouverture d'analyse t, une image électronique de la photocathode ; cette image oscille sous l'action de deux paires de bobines déviatrices convenablement alimentées.

A chaque instant les photoélectrons pénétrant par l'ouverture t dans le multiplicateur électronique Mu, proviennent d'un point M' de la photocathode conjugué optique de 2 points M_1 et M_2 de la fenêtre ; les courants déviateurs sont tels que la surface B' de la photocathode est explorée par M' suivant une *trajectoire conforme aux normes de télévision mais anamorphosée en hauteur dans un rapport déterminé* (pratiquement voisin de 1/2).

Le courant de sortie du multiplicateur correspondrait donc au flux émergeant simultanément de deux points du film si, au voisinage de ce dernier, un obturateur tronconique à pales, tournant d'un mouvement lent et uniforme, ne venait occulter alternativement l'un des flux, pendant chaque 1/50e de seconde.

La photocathode est du type $Cs/Cs^2\ O/Ag$ opaque, ce qui explique la disposition optique adoptée pour empêcher le multiplicateur d'occulter le faisceau lumineux.

Toute variation du pas de la pellicule était corrigée manuellement par déplacement axial du couple de prismes.

La qualité obtenue était très inférieure à celle donnée par le télécinéma « flying spot » de *CTL* en 405 lignes.

a2) *Disposition d'analyse améliorée envisageable* (figure 6).

Cette disposition diffère de la précédente sur les points principaux suivants :

La source lumineuse est un arc et la photocathode du type Sb/Cs ou Sb/Cs — Bi/Cs transparent, de façon à augmenter considérablement le signal lumineux.

Le caractère transparent de la photocathode facilite considérablement le projet du système optique à double imagerie : celui-ci peut être du modèle beaucoup plus ouvert utilisé par la C. d. C. dans son télécinéma flying spot et que nous décrirons plus loin.

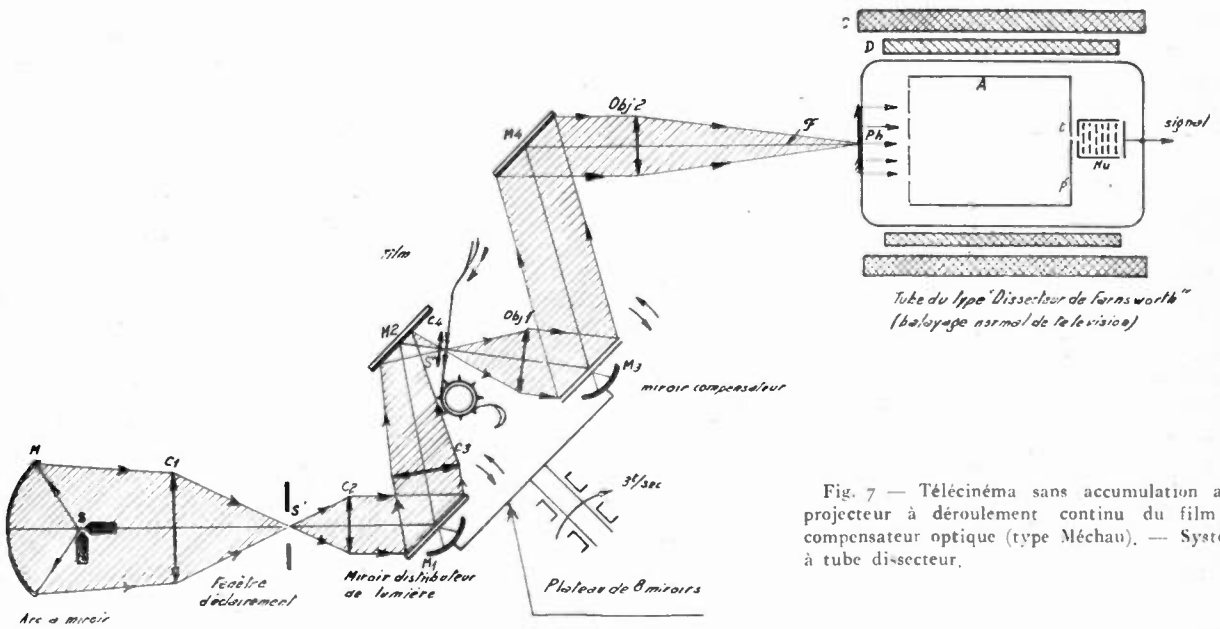


Fig. 7 — Télécinéma sans accumulation avec projecteur à déroulement continu du film et compensateur optique (type Méchau). — Système à tube dissecteur.

Cette photocathode est réalisée spécialement pour avoir une faible résistance électrique, par exemple, par dépôt consécutif ou simultané d'argent et d'antimoine ou de bismuth avant traitement.

La largeur des ouvertures de l'obturateur est fixée à la valeur *minimum* assurant son fonctionnement correct de sélecteur.

Les dimensions de la photocathode sont limitées, physiquement ou virtuellement par un cache voisin, aux dimensions de la zone B' effectivement utilisée.

Nous verrons plus loin le pourquoi de ces trois dernières préoccupations.

Enfin les cibles du multiplicateur sont constituées par un alliage soit d'Ag/Mg soit de Cu/Gl.

b) *Appareils utilisant un projecteur à déroulement continu du film avec compensateur optique.*

La Figure 7 représente le schéma d'utilisation d'un tube dissecteur en association avec un projecteur allemand du type Méchau.

Un plateau tournant à 3 tours seconde environ comporte 8 miroirs animés successivement d'un mouvement oscillatoire deux fois par tour. Chaque miroir distribue à son tour la lumière issue d'un arc sur une image du film défilant de façon continue et uniforme à une cadence voisine de 24 images par seconde ; dans sa position diamétrale, ce même miroir reçoit au contraire le flux émergeant d'une autre image qu'il accompagne en vue de compenser son déplacement, permettant ainsi à un dispositif optique d'en donner une projection fixe sur la photocathode du tube dissecteur. Les bobines de déviation de ce dernier sont alimentées de telle façon que la trajectoire de collecte créée sur la photocathode soit, ainsi que nous l'avons vu, conforme aux normes de télévision.

c) *Appareil spécial* (729 lignes — 25 images non entrelacées par seconde) (Institut Polytechnique de Zurich).

Je vous le signale, bien que non conforme à la norme universelle d'entrelacement, parce que présentant certaines particularités intéressantes.

L'analyse verticale y est, en effet, assurée par le mouvement du film en conjugaison avec une *photocathode filiforme* cependant que, pour la commodité de collecte des photoélectrons, l'ouverture d'analyse du dissecteur y est constituée par une fente fine de faible hauteur.

Une couche conductrice y délimitant la photocathode facilite la sortie du courant photoélectrique.

2. — Performances du système en haute définition

Considérons la disposition améliorée signalée il y a quelques instants. Le calcul de la variation maximum du flux utile pour une exploration en 819 lignes, avec un arc donnant une brillance utilisable de 10.000 stilbs dans le plan du film, donne une valeur voisine de 10^{-3} lumen.

Ceci correspondrait théoriquement à un *facteur de mérite* du système voisin de 100 dans les régions du film ne comportant pas de fins détails.

La valeur de ce facteur tomberait, pour les détails ultimes, au voisinage de 50 pour le film de 35 et de 15 seulement pour le film de 16 mm, (le négatif tant supposé enregistré sur pellicule panchro + X).

On devrait donc s'attendre, en principe, à une image particulièrement excellente en film de 35.

Cependant considérons parallèlement la valeur du flux lumineux tombant en permanence sur la photocathode du dissecteur.

Cette valeur ne peut être limitée à volonté.

Il importe, en effet, que la largeur des ouvertures de l'obturateur de sélection soit suffisante pour assurer *intégralement et avec certitude* le passage du flux lumineux désiré pendant toute la durée de l'exploration.

Or, il intervient dans ce dimensionnement de multiples considérations.

Tout d'abord le diagramme de la trajectoire pratique d'exploration virtuelle dans le plan du film, montre qu'un obturateur tournant d'un mouvement uniforme dans le plan *même* du film ne saurait fonctionner correctement avec une ouverture de largeur inférieure à 1,75 mm lorsque le % de suppression d'exploration de trame est de 10 %, cette valeur minimum étant réductible à 1 mm lorsque ce % s'élève à 15 %.

Cependant l'obturation ne peut se faire *exactement* dans le plan du film ; or à une distance du film égale à seulement 1 mm, le faisceau utile présente déjà une hauteur de quelques dixièmes de mm.

Par ailleurs, la *mise en phase* de l'obturateur avec l'exploration ne peut être trop *critique*, devant pouvoir être ajustée très rapidement à la mise en route puis maintenue en cours de fonctionnement malgré les flottements, mécanique de l'obturateur et électrique du moteur d'entraînement.

Enfin, l'obturation s'effectue habituellement avec des obturateurs à pales de profil plan, cylindrique ou tronconique et le dimensionnement des ouvertures doit tenir compte soit de la variation d'obliquité des pales soit de leur variation de distance au film, soit même de ces deux variations.

On peut, certes, envisager l'emploi d'un obturateur d'un *genre nouveau*, par exemple : une boucle sans fin en métal mince perforé se déplaçant dans le couloir du film, au voisinage de ce dernier et avec une vitesse égale mais de sens contraire, la plus uniforme possible.

Sous réserve qu'un tel obturateur puisse être d'une réalisation et d'une exploitation possibles, on ne pourrait néanmoins réduire à moins de 1,5 à 2 mm la largeur de ses ouvertures.

En admettant 1,5 mm, la surface de l'ouverture correspondrait néanmoins, en 819 lignes, à 75.000 points-image.

En conséquence donc, pour cette définition, pour le signal lumineux maximum envisagé de 10^{-3} lumen et pour une image de transparence moyenne égale au tiers seulement de la transparence maximum du film, le flux lumineux permanent sur la cathode atteindrait la valeur considérable de :

$$10^{-3} \times 7{,}5 \quad 10^{4} \times \frac{1}{3} = 25 \text{ lumens}$$

Un tel flux correspondant à un débit de photocathode de l'ordre de 1.250 μ A ne saurait être évidemment toléré pour deux raisons : d'une part la photocathode serait très rapidement mise hors d'usage et d'autre part, ce débit énorme aurait pour effet de créer à sa surface, par suite de sa résistance ohmique, un relief de potentiel par ailleurs sans cesse mouvant et variable dont l'importance serait telle qu'il perturberait profondément l'imagerie électronique du tube dissecteur.

La seule considération de la vie de la photocathode semble exiger de réduire ce flux permanent dans un rapport de l'ordre de 100 ; malheureusement, le flux utile étant également réduit dans ce même rapport le facteur de mérite *serait limité à 10 seulement* dans les régions ne comportant pas de fins détails.

Or un facteur de 30 est pratiquement nécessaire pour donner une image excellente. Par contre, en réduisant de *moitié* le nombre de lignes, on serait

en droit d'espérer une image d'excellente pureté. Dans ce cas, en effet, la valeur du signal lumineux maximum ne serait plus que de $0{,}25\ 10^{-4}$ lumen, auquel correspondrait un flux permanent tolérable de 0,16 lumen, Il serait d'ailleurs suffisant d'utiliser comme source lumineuse, une lampe de projection. L'emploi d'un arc ne peut augmenter le facteur de mérite de l'installation ; il peut tout au plus autoriser l'emploi d'un système optique moins ouvert.

2. — Système Flying-Spot

I. — Description des appareils

a) *Appareils utilisant un projecteur à déroulement continu du film sans compensation optique* :

a1) *Disposition d'analyse CTL* (405 lignes, 50 trames entrelacées par seconde) (fig. N° 8).

Un spot cathodique M balaie la surface B d'un écran fluorescent suivant une trajectoire conforme aux normes de télévision, *mais anamorphosée en hauteur*, dans un rapport déterminé, pratiquement voisin de 1/2.

certaines faces aluminisées ramènent les images données par les 2 objectifs à l'écartement $\frac{p}{2}$.

Un obturateur cylindrique de sélection, animé d'un mouvement de rotation continu et uniforme très lent et correctement en phase avec l'exploration, occulte pendant chaque 1/50 de seconde, le flux correspondant alternativement à l'image du spot lumineux M soit dans B_1 soit dans B_2.

Un condensateur collecte sur la photocathode d'un multiplicateur le flux correspondant à l'image désirée. Ce multiplicateur à photocathode *Sb/Cs* n'a qu'un étage d'amplification de gain 10.

a2) *Disposition d'analyse C. d. C.* (819 lignes, 50 trames entrelacées par seconde).

Celle-ci, déjà utilisée par la Sté L. M. T., se distingue, en particulier, de la précédente, par la nature différente du dispositif optique à double imagerie.

On a pu éviter, dans cette disposition, l'emploi d'un jeu de prismes, grâce à la réalisation délicate par la Sté Kinoptik, de deux objectifs de focales

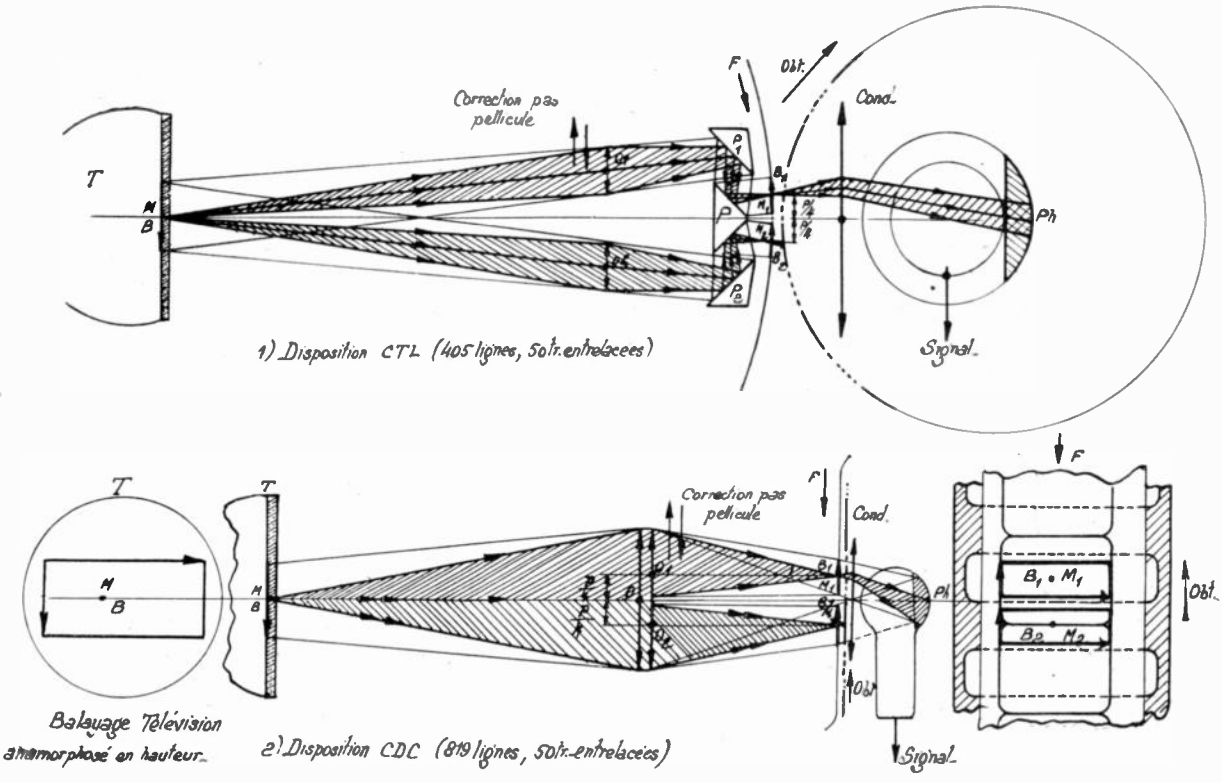


Fig. 8 — Télécinéma sans accumulation avec dérouleur à défilement continu sans compensation optique. — Système "Flying spot".

Un dispositif à double imagerie projette sur la fenêtre d'exploration du film deux images rigoureusement égales B_1 et B_2 de la surface B et écartées de la moitié du pas des images cinématographiques.

Le film se déroule d'un mouvement continu et uniforme derrière la fenêtre d'exploration dans un couloir légèrement courbe.

Le dispositif optique est composé de deux objectifs, de focales appariées et d'ouverture relative 1/3, relativement beaucoup plus écartés que B_1 et B_2, et d'un jeu de 3 prismes réalisés avec précision dont *appariées avec précision* et, l'un et l'autre, *réduits par coupure*, de telle façon que l'écartement de leurs centres optiques O_1 et O_2 puisse être rendu égal à l'écart $\frac{p}{2}$ des images B_1 et B_2.

Un objectif normal additionnel O fixe la valeur commune du grandissement désiré et assure la mise au point simultanée des deux imageries.

Par ailleurs, le couloir d'exploration est plan et l'obturateur du modèle tronconique ; on a enfin

porté le nombre des étages du multiplicateur à 7 et son gain aux environs de 1.000.

La figure 9 est une photographie du projecteur de télécinéma « flying-spot » 819 lignes de la Cie des COMPTEURS. La figure 10*a* est une photographie du tube cathodique analyseur et la figure 10 *b*

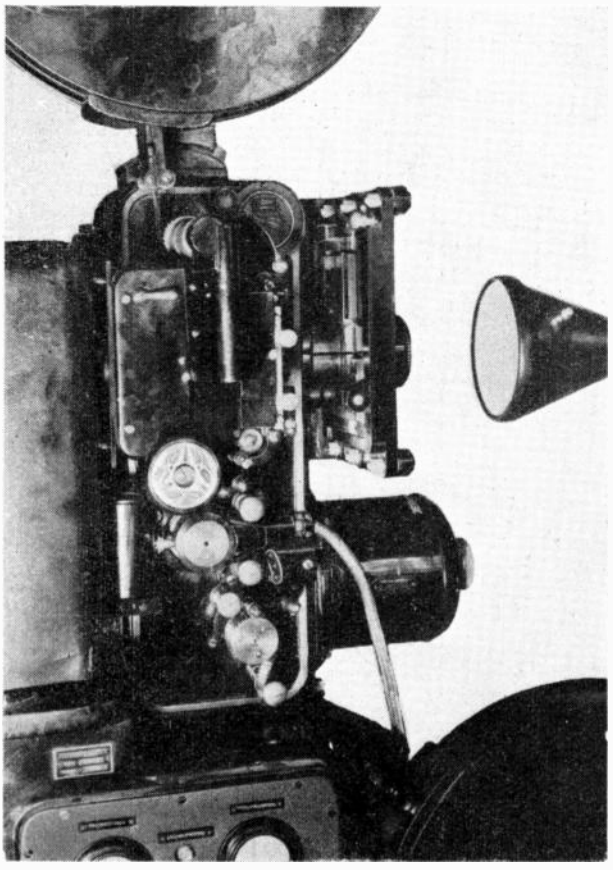


Fig. 9

celle du photomultiplicateur utilisés dans ce télécinéma.

Dans les deux dispositions d'analyse décrite, un déplacement relatif de l'un des objectifs dans le sens horizontal permet d'assurer dans ce même sens, la mise en place correcte sur le récepteur

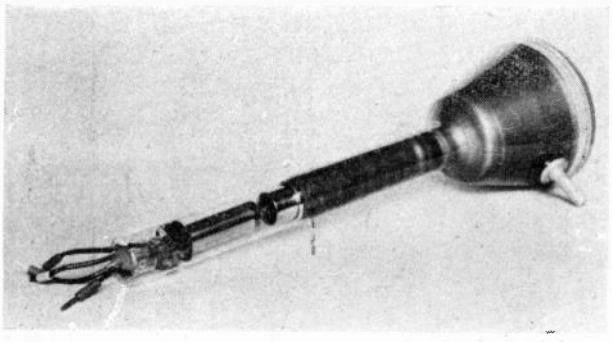


Fig. 10 a — Tube cathodique analyseur.

des informations analysées en B_1 et B_2 ; il est en outre indispensable que le parcours du film, dans son couloir, présente une stabilité latérale suffisante.

Un déplacement relatif de l'un des objectifs dans le sens vertical permet en outre d'ajuster leur écartement vertical à la valeur exacte du demi-pas des images, assurant aussi, dans le sens vertical, la mise en place correcte sur le récepteur des informations analysées par les deux trames.

L'exactitude de ces deux mises en place doit être réalisée avec une erreur inférieure à la moitié d'un interligne.

Le pas des images cinématographiques pouvant

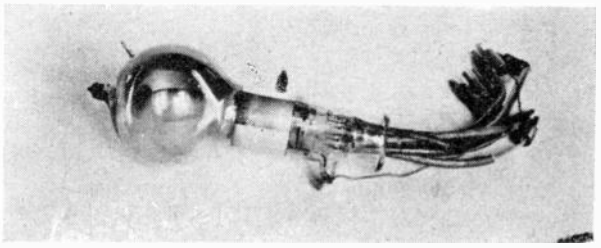


Fig. 10 b — Photomultiplicateur.

varier légèrement dans le temps, suivant l'état de la pellicule, un réajustement de l'écartement vertical des objectifs peut être nécessaire, en cours d'exploitation, particulièrement en haute définition. Ce réajustement peut s'effectuer automatiquement en rendant, par exemple, cet écartement vertical des objectifs, dépendant de la longueur du film sur un nombre *déterminé* de perforations.

b) *Appareils utilisant un projecteur à déroulement continu du film avec compensateur optique* (fig. 11).

Le projecteur figuré est le projecteur Méchau déjà représenté sur la fig. 7 ; l'écran fluorescent du tube d'analyse y a pris la place de la photocathode du tube dissecteur et la marche des rayons lumineux s'y effectue en sens inverse, cependant que le système d'éclairage est supprimé.

La photocathode d'une cellule à multiplicateur peut y être placée, soit derrière le condensateur *C4*, soit, de préférence, immédiatement derrière le condensateur *C1*, auquel cas, sont inutilisés les éléments optiques habituels *M1*, *C2*, et *C3*. Les images du film étant virtuellement immobiles dans le plan de l'écran fluorescent, ce dernier doit être balayé suivant une trajectoire électronique rigoureusement conforme aux normes de télévision.

c) *Caractéristiques du tube cathodique d'analyse*

Le spot lumineux doit avoir *la finesse désirée* et le *plus grand éclat instantané possible*.

Cette finesse dépend de celle du spot électronique ainsi que des diffusions électronique et optique dans l'épaisseur de l'écran.

La finesse du spot électronique d'un tube croit avec $\sqrt{\frac{U}{I}}$ cependant que l'épaisseur de l'écran doit être proportionnée à la profondeur de pénétration des électrons ; cette dernière varie elle-même avec le carré de la tension et quelque peu avec la nature de l'écran ; elle est de l'ordre de 25 μ pour une tension de 30 KV.

L'éclat instantané E_i du spot lumineux est relié à l'éclat moyen de la surface balayée par la relation :

$$E_i = E_{moy} \frac{S}{s}$$

dans laquelle S et s sont les surfaces respectives de la zone balayée et du point lumineux mobile.

L'éclat moyen s'exprime lui-même en fonction du rendement r de l'écran en bougies/watt et de la charge spécifique π en watt/cmq de la surface balayée, par la formule :

$$E \text{ moy } = r.\pi.$$

Le rendement de l'écran est fonction de son mode de réalisation ainsi que de la nature de la poudre fluorescente ; la pratique montre qu'il dépend également de sa température ainsi que des valeurs de la tension et du courant.

Cependant, la charge spécifique est l'un des facteurs principaux qui fixe non seulement la valeur de *l'élévation moyenne de température* de l'écran et du fond de verre de l'ampoule ne permettant pas de refroidir efficacement l'écran.

Or, à mesure que s'élève la température de l'écran, le rendement de la poudre baisse ; il peut ensuite y avoir élimination d'atomes métalliques du réseau cristallin et la poudre s'opacifie progressivement, on dit qu'il y a « brûlure » de l'écran ; au-delà, il peut y avoir, enfin, désintégration de la poudre qui se vaporise.

En conséquence, le *tube doit être calculé* pour que soit obtenue la *finesse désirée* lorsqu'est atteinte, sur l'écran, la *charge spécifique maximum* compatible avec une durée commerciale.

Il résulte alors des formules précitées donnant les valeurs des éclats moyen et instantané :

1°) que l'éclat moyen est sensiblement indépendant du nombre de lignes ;

2°) qu'à format constant, l'éclat instantané est proportionnel au carré du nombre de lignes et par suite, fait important, le signal lumineux indépendant du nombre de lignes.

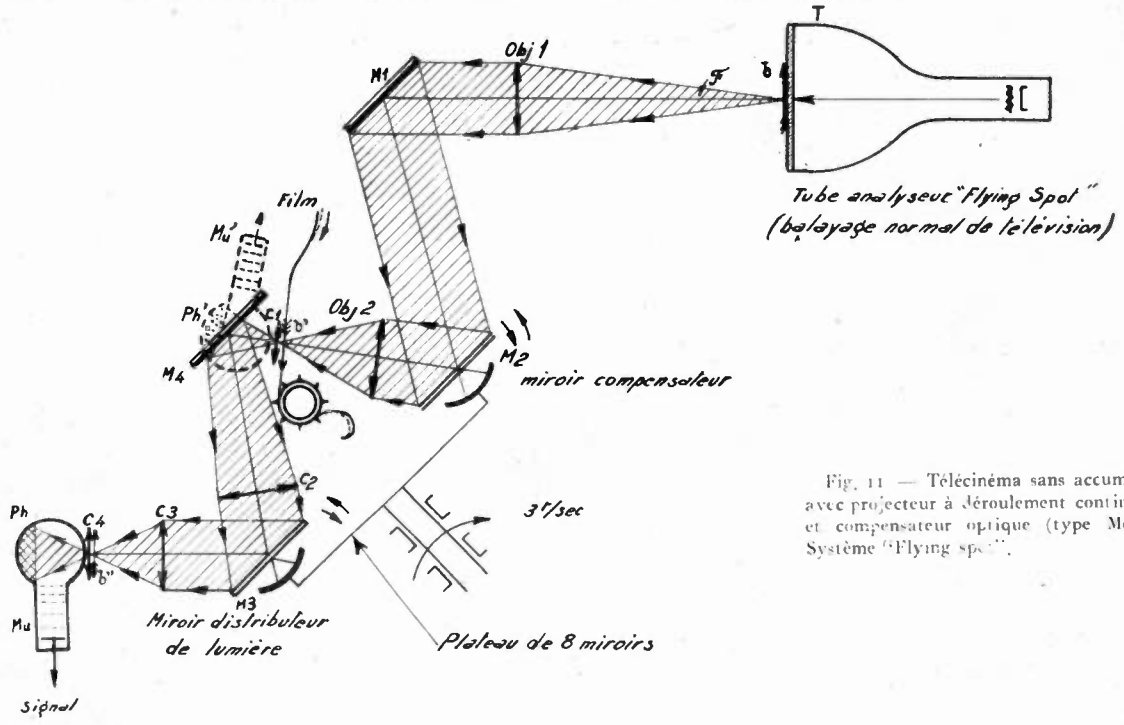


Fig. 11 — Télécinéma sans accumulation et avec projecteur à déroulement continu du film et compensateur optique (type Méchau) — Système "Flying spot".

mais également l'élévation additionnelle et quasi-instantanée $\Delta\theta$ de la température locale du point balayé par la formule :

$$\Delta\theta = K \frac{\pi}{e}$$

dans laquelle K est une constante pour une poudre fluorescente et pour une période d'exploration d'image déterminées, cependant que e est la profondeur de pénétration des électrons ; cette élévation locale de température est *négligeable*, pour les tensions de fonctionnement habituelles du tube flying-spot, auprès de l'élévation moyenne de température.

Cette dernière est relativement élevée dans la pratique, la mauvaise conductibilité de la poudre

La théorie montre l'intérêt d'adopter un grand *format d'écran* pour réduire l'effet de la diffusion optique ; on est arrêté pratiquement dans cette voie par l'encombrement du tube et de ses accessoires et par le débit du canon, à des diamètres d'écran de 125 à 180 mm.

Ces grands formats ont l'avantage de favoriser le fonctionnement de l'optique de report ; ils permettent, en outre, le tube étant suffisamment éloigné de la fenêtre du projecteur de film, d'effectuer, en cours d'exploitation, l'enchainement optique par miroirs entre deux projecteurs avec un tube unique.

On est conduit également à aluminiser l'écran et à fonctionner à une haute tension élevée (30 KV environ).

d) *Caractéristiques particulières de la poudre fluorescente*

Si le *facteur de mérite* d'un système flying-spot est exclusivement fonction de l'efficacité lumineuse de l'écran fluorescent lorsqu'il ne s'agit que d'analyser des variations de transparence *de basse fréquence*, il n'en est plus de même à mesure que la définition exigée oblige à considérer des détails plus fins ; ce facteur de mérite devient alors de plus en plus dépendant des caractéristiques d'établissement et pratiquement surtout, des caractéristiques de décroissance de la luminescence du point balayé.

On a d'abord utilisé soit l'écran du type P5, au *tungstate de Ca*, d'une fluorescence bleu-violacé de très courte persistance (constante de temps d'une dizaine de micro-sec) soit l'écran du type P11, au *ZnS*, d'une fluorescence bleu plus efficace, mais de plus longue persistance (constante de temps de l'ordre de 150 μ sec).

Le télécinéma CTL 105 lignes, actuellement en exploitation à la BBC utilise un sulfure de zinc spécialement activé ; ce sulfure présente une courbe de décroissance néanmoins longue et complexe qui nécessite, ainsi que nous le verrons, l'introduction de multiples correcteurs de rémanence dans l'amplificateur.

Pour la haute définition, il a fallu faire appel à une nouvelle matière, l'oxyde de zinc. Cetoxyde correspond, suivant le mode de préparation, soit à la forme hex — ZnO, soit à la forme hex — ZnO (Zn).

Sous l'excitation électronique, la 1er forme n'émet que dans une *étroite bande UV* (max. à 3.850 Å) ; la seconde actuellement utilisée, émet, quelle que soit la densité du courant, dans une *large bande visible* bleu-vert (max. à 5.000 Å) ; cependant, préparée spécialement, elle peut émettre également, à partir d'une certaine densité du courant, dans la bande UV ci-dessus ; cette dernière émission peut même, aux densités de courant très élevées, surpasser l'émission visible qui, à ce moment, se met à décroître.

Or, tandis que la bande visible a une caractéristique de décroissance assez complexe et une constante de temps de 1,5 μ sec, la bande UV a une constante de temps inférieure à 0,05 μ sec.

On a dû malheureusement constater que cette émission UV, notablement absorbée par la poudre n'est utilisable qu'avec des *écrans très minces* et qu'elle est en outre, très sensible à l'élévation de température de l'écran sous l'impact électronique.

Nous ajouterons, enfin, qu'il est indispensable dans tous les dispositifs, d'assurer une mise au point homogène du spot électronique à travers tout l'écran, car la rémanence des poudres est, dans une certaine mesure, fonction de la densité de courant.

2. — PERFORMANCES DU SYSTÈME EN HAUTE DÉFINITION

Voici tout d'abord, fig. 12 et 13, les reproductions photographiques d'images reçues sur tube aluminisé de 25 cm de la C. d. C., à partir d'une retransmission d'un film de 35 mm sur télécinéma flying-spot C. d. C. en 525 lignes. Tout comme avec le télécinéma flying-spot 105 lignes de CTL, le résultat est satisfaisant.

En haute définition, le système flying-spot présente sur les autres systèmes, un avantage important, celui d'être susceptible, ainsi que nous l'avons vu, de délivrer un signal lumineux dont la valeur soit *sensiblement indépendante du nombre de lignes.*

Fig. 12

Lorsque l'on utilise *l'émission totale* de la forme hex-ZnO (Zn), cette valeur est de l'ordre de 10^{-3} lumen, donc sensiblement égale à celle que nous avions indiquée pour le tube dissecteur en 819 lignes.

Tout comme pour ce dernier on serait donc en droit d'escompter une image *particulièrement excellente.*

Fig. 13

Malheureusement, il intervient ici également un facteur limitatif, mais d'un caractère tout différent ; ce facteur est la *durée de rémanence* de la poudre fluorescente.

L'importance de ce facteur, en haute définition, apparaît très clairement si l'on considère que l'existence d'une durée de rémanence bien déterminée, correspond en somme, à analyser le film avec une surface exploratrice d'autant plus allongée dans le

sens de l'analyse, que la vitesse de l'exploration est plus grande.

Déjà, en *moyenne définition*, la longueur de cette surface exploratrice est, avec l'émission totale de ZnO (Zn), de l'ordre de plusieurs fois la largeur du détail ultime à transmettre, si bien que le « rendement de lecture » de ce détail et même de détails un peu moins fins est comparativement beaucoup moindre que celui des gros détails.

Lorsque l'on double le nombre de lignes et par suite la vitesse d'exploration, le détail « ultime » de moyenne définition considéré ci-dessus, est déjà lu avec un rendement encore réduit, si bien que les détails encore plus fins légitimement exigibles, ne sont plus lus qu'avec un *très faible rendement*. En 819 lignes, par exemple, le spot lumineux paraît avoir, pour l'émission totale de ZnO (Zn) une largeur efficace de 15 à 20 fois supérieure à celle des détails ultimes exigibles.

En conclusion, donc, *lorsque l'on passe en haute définition* :

1°) Pour les *mêmes* détails de finesse moyenne de l'image, le signal lumineux est moindre qu'en moyenne définition ; si l'on joint à ce fait celui que le souffle augmente avec le nombre de lignes, on constate en définitive que, *considérée jusqu'à ses détails de finesse moyenne*, l'image a déjà perdu en pureté et en qualité ;

2°) Cependant, les détails de haute définition ne donnent plus, de leur côté, à variation de transparence égale, qu'un signal lumineux plusieurs dizaines de fois inférieur au signal correspondant aux gros détails ; ne présentant plus qu'une gamme de contrastes très réduite, ces fins détails, même en l'absence de souffle, ne seraient donc plus que *peu ou pas perceptibles* sur l'écran.

Le facteur de mérite du système, *excellent et voisin de* 100 dans les gros détails, déjà pratiquement *réduit à* 50, pour le film de 35 mm, par le pouvoir résolvant limité de la pellicule négative, dans les détails ultimes 819 lignes, tomberait finalement à une valeur de l'ordre de 2 pour ces détails, à cause de la rémanence.

Cependant, comme il était naturellement indispensable de faire apparaître les détails très fins du film, on a dû introduire dans l'amplificateur des *correcteurs de rémanence* à capacité et résistance ayant pour but de rétablir la forme correcte des signaux, considérablement étalée par la rémanence. En fait, une telle pratique tend à égaliser, quelle que soit leur fréquence, les signaux correspondant à une même variation de transparence ; elle conduit donc à accentuer, en fonction de la fréquence, la croissance de gain de l'amplificateur le plus souvent déjà exigée pour corriger la décroissance de l'impédance d'entrée.

Or, on constate que cette accentuation se révèle déjà indispensable pour des fréquences relativement peu élevées et qu'elle doit, en outre, croître très vite avec la fréquence.

De ce fait, cependant que les signaux de basse fréquence restent inchangés, le souffle augmente considérablement et dans une *large bande*, plus particulièrement dans les très hautes fréquences.

Le *résultat final* est que, à mesure que l'on ajuste les correcteurs, on améliore bien la finesse de l'image en augmentant la visibilité des détails fins, puis très fins, mais *aux dépens de la pureté des gros détails*.

L'expérience nous a montré qu'avec l'émission totale de hex-ZnO (Zn) le compromis ci-dessus n'était pas totalement satisfaisant.

Une amélioration des performances du système flying-spot doit donc être particulièrement orientée vers la recherche d'une poudre moins rémanente.

Une première orientation serait de rechercher une utilisation plus efficace de l'*émission ultra-violette de très courte rémanence* de certains oxydes de zinc. Une première difficulté serait alors de concilier la nécessité d'un *écran mince* avec la préoccupation d'utiliser complètement l'énergie du faisceau, ce qui conduit à une réduction de tension contradictoire avec la condition de finesse.

Une deuxième difficulté serait ensuite de concilier des conditions contradictoires de *forte densité de courant*, de finesse et de faible température de l'écran.

Malgré une réfrigération poussée de la face externe de l'ampoule, il serait à craindre de ne pouvoir atteindre ni les charges spécifiques ni même les densités de courant actuelles.

Une 3e difficulté serait, enfin, la valeur de l'émission ultra-violette étant particulièrement fonction de la densité électronique, d'obtenir à travers tout l'écran, une concentration électronique suffisamment homogène pour que pratiquement, le film apparaisse comme uniformément éclairé.

Une première tentative *d'utilisation exclusive* de cette émission UV aurait été effectuée en Amérique, en interposant un filtre optique.

Le seul avantage reconnu aurait été de ne plus exiger qu'un unique circuit correcteur.

Par suite, en effet, d'une efficacité beaucoup moindre dans les gros détails, la pureté de l'image ne serait pas supérieure, en définitive, à celle obtenue en utilisant l'émission totale avec un circuit correcteur complexe.

Il serait intéressant de connaître le nombre de lignes employé dans ces essais.

Des poudres nouvelles sont étudiées en laboratoire et on peut espérer que les recherches, orientées par les récentes théories conduiront bientôt à des poudres dotées non seulement d'un bon rendement quantique mais encore d'activateurs appropriés permettant de conserver, en haute définition, le bénéfice de ce rendement.

C) NOUVEAU SYSTÈME DE TELECINÉMA

Utilisant en association : un projecteur à déroulement continu du film sans compensateur optique, un tube analyseur flying-spot et un tube analyseur du type dissecteur.

Il est naturellement logique, les techniques progressant sans cesse, de s'attendre à une amélioration peut-être prochaine des performances des systèmes actuels leur permettant même d'accéder à la très haute définition.

Il est cependant, à la fois intéressant et curieux de constater qu'il semble possible d'atteindre dès

maintenant un tel résultat en associant judicieusement deux de ces systèmes.

Je vais vous décrire un système ainsi conçu et vous en présenter les avantages ainsi que les inconvénients.

Néanmoins, j'insisterai tout d'abord et particulièrement sur le fait que la complexité d'un tel système est plus apparente que réelle du fait qu'y sont équitablement réparties entre les divers éléments optiques et électroniques les délicates fonctions d'analyse.

C'est ainsi, par exemple, que dans ce système :

1°) un tube flying-spot n'est chargé de l'analyse du film qu'exclusivement dans le sens de l'image, son rôle, dans le sens de la ligne, se bornant à assurer l'éclairement du point exploré.

2°) un tube dissecteur n'est chargé de l'analyse du film qu'exclusivement dans le sens de la ligne, son rôle, dans le sens de l'image, se bornant à collecter le signal lumineux utile.

De ce fait, et ceci est extrêmement important tant du point de vue théorique que du point de vue pratique, il n'y a pas plus à craindre dans ce système, une nouvelle limitation provoquée par l'additivité des défauts optiques et électroniques des systèmes associés qu'une non interdépendance des divers réglages.

1. — Description du système (fig. 14)

Plusieurs solutions peuvent être envisagées incluant tout d'abord et invariablement l'un des dispositifs flying-spot classiques passés en revue avec cependant les deux particularités suivantes :

1) la matière fluorescente peut être légèrement persistante ;

2) le spot électronique affecte la forme d'une *courte ligne* d'une épaisseur égale au spot classique exigé et parallèle aux lignes d'exploration ; cette courte ligne peut être obtenue soit par l'emploi d'un artifice connu de défocalisation horizontale du spot classique, soit par l'emploi d'une *énergie de déviation de très haute fréquence*, de valeur ajustable de préférence, afin que puisse être étalée à volonté la trace lumineuse correspondante qui éclaire le film.

1re *Solution.* — Dans celle-ci, le faisceau lumineux émergeant du film est repris par un *objectif ordinaire* donnant sur la photocathode d'un tube dissecteur, deux images égales B'_1 et B'_2 des moitiés supérieure et inférieure de la fenêtre d'exploration du film.

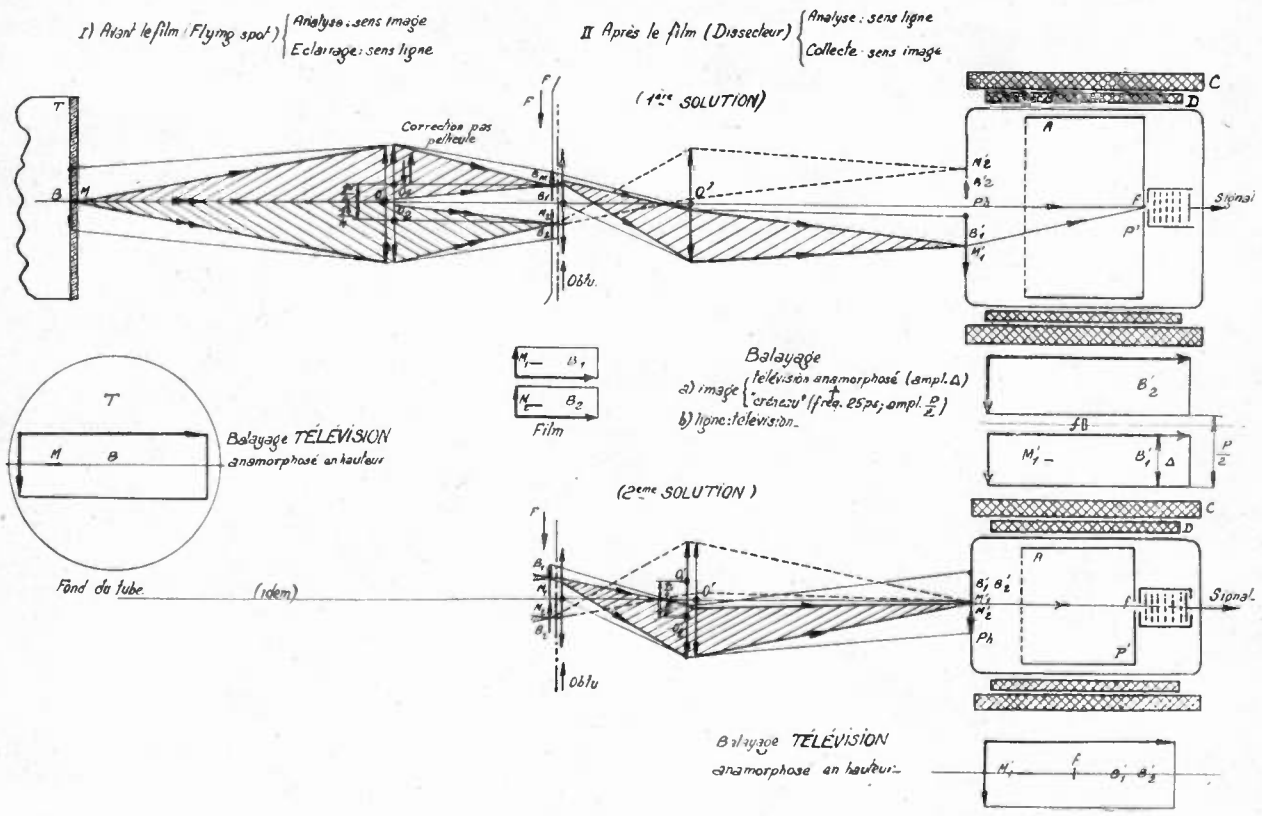

I) Avant le film (Flying spot) { Analyse : sens image / Eclairage : sens ligne
II Après le film (Dissecteur) { Analyse : sens ligne / Collecte : sens image
(1re SOLUTION)
Correction pas pellicule
Obtu
Signal
Balayage
a) image { télévision anamorphosé (ampl. Δ) / "créneau" (fréq. 25 p/s ; ampl. p/2)
b) ligne : télévision
Film
Balayage TÉLÉVISION
anamorphosé en hauteur
Fond du tube
(idem)
(2ème SOLUTION)
Obtu
Signal
Balayage TÉLÉVISION
anamorphosé en hauteur

Fig. 14 — Télécinéma sans accumulation. — Système mixte proposé : Tubes "Flying spot" et dissecteur.

Grâce à l'obturateur de sélection, l'image de la trace lumineuse d'exploration M est, pendant chaque 1/50 de seconde, alternativement projetée sur B'_1 ou sur B'_2.

La *bobine de déviation de ligne* du tube dissecteur est alimentée de façon à ce que l'entrée f de son multiplicateur analyse sa photocathode *en synchronisme* de ligne avec le spot électronique du tube flying-spot. *On doit s'efforcer de réaliser au mieux ce synchronisme* ; l'étalement préalable du spot électronique est justement prévu pour tenir compte de l'impossibilité pratique de réaliser un synchronisme rigoureux et pour *assurer néanmoins avec certitude* l'éclairement du point effectivement exploré par le dissecteur.

La *bobine de déviation d'image* du tube dissecteur est alimentée simultanément par deux courants : le premier provoquant isolément une déviation de l'image électronique en forme de dent de scie de fréquence 50 et d'amplitude Δ égale à la hauteur commune des deux images B'_1 et B'_2 ; le second provoquant isolément une déviation de l'image électronique en forme de créneau de fréquence 25 et d'amplitude égale à l'écart $\frac{P}{2}$ des 2 images B et B'.

Pour une phase correcte de ces deux courants et de la déviation verticale du tube flying-spot, on peut être assuré d'une *collecte certaine*, par l'ouverture f, des photoélectrons correspondant au flux lumineux émergeant du point du film effectivement exploré en ligne par le tube dissecteur, si l'on donne à cette ouverture d'analyse, au lieu de sa forme circulaire habituelle, celle d'une *fente verticale courte et fine*.

2e *Solution*. — Elle diffère de la précédente sur les points suivants :

1) L'objectif ordinaire de la première solution est remplacé par l'un des dispositifs optiques à *double imagerie* déjà décrits. Ce dispositif est établi de façon à faire coïncider, sur la photocathode du dissecteur, les deux images B'_1 et B'_2, ce qui permet en particulier de réduire de moitié la hauteur de la photocathode.

2) *La bobine de déviation d'image* est alimentée comme dans le système classique et de plus correctement en phase avec la déviation verticale du tube flying-spot.

Comme dans la première solution, l'ouverture d'analyse du dissecteur doit être une courte fente et on doit également rechercher le *meilleur synchronisme* du balayage de ligne avec celui du tube flying-spot.

Dans ces deux solutions, il serait possible de *supprimer la bobine de déviation d'image* du tube dissecteur sous réserve de donner à sa fente d'analyse une hauteur quelque peu supérieure à la hauteur de la photocathode utilisée et d'établir en conséquence la structure du multiplicateur.

Cependant, deux constatations capitales sont à faire pour ces deux solutions :

1°) La durée de rémanence de la poudre, si elle reste inférieure à la durée d'une ligne, ne joue plus son rôle néfaste habituel.

2°) Le flux permanent sur la photocathode n'est plus considérable puisque réduit à un multiple peu élevé du flux lumineux instantané utile.

2. — Avantages et inconvénients du système en haute définition.

1° *L'avantage principal* du système proposé est naturellement d'avoir supprimé, comme indiqué ci-dessus, les facteurs de limitation des performances inhérentes aux systèmes actuels considérés isolément.

2° Néanmoins, l'*étalement* pratiquement obligatoire du spot électronique peut apparaître comme une cause de réduction notable du signal de sortie, la puissance du faisceau, pratiquement limitée par la charge spécifique maximum admissible sur l'écran, étant maintenant étalée sur une ligne dont on n'utilise plus, à chaque instant, qu'une fraction de 1/10 environ.

Cette perte de rendement au départ est heureusement moins importante qu'on pourrait s'y attendre à première vue et ceci, pour les multiples raisons suivantes :

a) Si dans le flying-spot classique, en effet, la puissance du faisceau est bien effectivement concentrée à chaque instant sur un spot non étalé, le spot lumineux correspondant s'étale en fait sur une largeur qui, en 819 lignes atteint 15 à 20 fois environ son épaisseur.

b) Alors que dans le système classique, la lumière de rémanence est *essentiellement nuisible* puisqu'elle perturbe le signal utile en même temps qu'elle crée un souffle inutile, dans le système proposé au contraire, cette lumière participe, tout comme celle de fluorescence à l'éclairement du film exploré.

c) Pour une *même* charge spécifique de la poudre, la charge spécifique instantanée est notablement réduite dans le système proposé, ce qui ne peut qu'améliorer le rendement lumineux de la poudre.

d) Enfin, le système classique limite considérablement le choix du produit fluorescent, la considération de faible rémanence l'emportant de beaucoup sur toutes les autres, telle que celle du rendement lumineux. Le nouveau système, au contraire, en autorisant le choix d'une poudre d'une durée de rémanence de l'ordre de celle de la ligne, élargit considérablement le domaine à prospecter ; il devrait permettre de porter son choix sur une poudre présentant une meilleure efficacité de fluorescence que les poudres actuelles.

3) La première solution proposée, lorsqu'on l'examine de près, n'apporte aucune difficulté supplémentaire au problème délicat d'assurer, sur l'écran récepteur, la *mise en place correcte* et *dans le sens image*, des informations transmises par deux explorations de trames successives, ceci grâce à l'allongement de la fente d'analyse.

Par contre, elle pose, *pour la mise en place correcte dans le sens de la ligne*, un problème électronique qui semble difficile à résoudre, ne l'ayant pas été jusqu'ici dans des solutions analogues proposées dans les systèmes classiques, en vue de supprimer l'emploi d'optiques à double imagerie.

La deuxième solution, par contre, donne toute satisfaction à ce point de vue, l'exactitude dans les deux sens de la mise en place considérée étant indépendante, aussi bien d'un défaut d'écartement horizontal des objectifs coupés du dispositif optique, en amont du film, que d'un défaut d'écartement vertical des objectifs coupés du 2e dispositif en aval du film.

La suppression possible, envisagée plus haut, de la déviation image du tube dissecteur, peut être intéressante ; elle apparaît, à priori possible, la structure des multiplicateurs étant en principe cylindrique, mais il conviendrait que le gain soit indépendant de la zone d'entrée sur la fente très allongée.

4) En aucun cas, il n'y a augmentation des défauts d'aberrations optique et électronique, non plus que des défauts d'identité d'imagerie par rapport aux systèmes classiques.

Tout d'abord, en effet, pour un point quelconque exploré du film, l'*aberration dans le sens horizontal* n'est exclusivement fonction que des aberrations optiques dans ce même sens des dispositifs placés en amont du film, tandis que *l'aberration dans le sens vertical* n'est exclusivement fonction que des aberrations optiques ou électroniques dans ce même sens des dispositifs placés en aval.

Si ces dispositifs ont la même finesse dans *toutes les directions* que les dispositifs utilisés dans les systèmes classiques la finesse de l'image finale sera donc la même pour le système proposé que pour ces systèmes classiques.

Il en est de même, en outre, du point de vue de la mise en place correcte des trames successives sur l'écran récepteur.

Pour une précision relative déterminée de l'identité des imageries d'un dispositif à double imagerie, en effet :

— *le dédoublement en image* sur le récepteur ne correspond dans le système considéré, tout comme dans les systèmes classiques, qu'au défaut d'identité d'un *unique* dispositif à double imagerie, celui précédant le film, ainsi d'ailleurs qu'au *seul* défaut éventuel d'écartement vertical de ses deux objectifs coupés.

— *le dédoublement en ligne*, de son côté ne correspond qu'au défaut d'identité d'un unique dispositif à double imagerie, celui placé derrière le film, ainsi d'ailleurs qu'au *seul* défaut éventuel d'écartement horizontal de ses deux objectifs coupés.

5) Les divers réglages de mise au point ou de mise en coïncidence restent parfaitement *distincts* ne dépendant que d'*un élément* unique :

Mises au point :

— de la *résolution verticale* : par réglage de la concentration du tube flying-spot et de la mise au point du 1er système optique de report.

— de la *résolution horizontale* : par réglage de la concentration du tube dissecteur et de la mise au point du 2e système optique de report.

Mises en coïncidence :

— *dans le sens vertical* : par réglage de l'écartement vertical des objectisf du 1er dispositif optique.

— *dans le sens horizontal* : par réglage de l'écartement horizontal des objectifs du 2e dispositif optique.

6) Lorsque, pratiquement, un léger décentrement électronique ou optique provoque un léger écart entre les mises au point horizontale et verticale, le système proposé permet en outre, de profiter de la mise au point optimum pour chacune des résolutions ; dans les systèmes classiques la mise au point doit être par contre, un compromis entre les deux résolutions.

7) Enfin, il n'est pas exclu que le gain en pureté de l'image sur les systèmes classiques soit tel qu'il permette de réduire l'ouverture relative des optiques spéciales ce qui en faciliterait la réalisation et en améliorerait la qualité.

MESURE DES TENSIONS DANS LA GAMME RADIOÉLECTRIQUE

PAR

J. RAUX

Ingénieur E.N.S.T.

En radioélectricité, on est amené à effectuer des mesures de tensions de valeurs très diverses, dans une large gamme de fréquences. Dans la réalisation d'un appareil à lecture directe aussi universel que possible, on se heurte donc à des difficultés de principe. En effet, on sait que les voltmètres à très large

Vue extérieure du millivoltmètre PHILIPS GM 6556.

bande sont peu sensibles, leur plus basse gamme de mesure étant 1,5 V, et réciproquement, un voltmètre à très grande sensibilité (gamme inférieure de mesure au moins 1 mV) ne fournit pas la précision voulue pour des fréquences supérieures 10.000 c/s.

La construction industrielle d'un appareil répondant aux besoins de la gamme radioélectrique n'est pas simple car elle exige la mise au point d'un amplificateur stable, fidèle et linéaire, qui soit facilement reproductible à lui-même sans obliger à prévoir un grand nombre de réglages auxiliaires.

Nous décrirons ici un appareil qui a coûté de longues mais fructueuses recherhes aux Laboratoires *Philips*. Ses principales caractéristiques se résument dans ces deux données :

— Gamme de mesure = 1 mV à 1 kV.

— Gamme de fréquences = 1 kc/s à 30 Mc/s.

Il est intéressant de noter comment ces résultats ont été pratiquement obtenus [1].

I. — Gamme de mesure 1 mV — 1 kV.

L'affaiblisseur à piston utilisé se comporte comme un guide d'ondes et affaiblit l'onde transmise, suivant une loi exponentielle, à condition que la distance entre électrodes soit suffisamment grande. Par conséquent, cette loi se trouve pratiquement suivie entre 1 V et 1 kV mais non pour les sensibilités inférieures auxquelles se substitue la loi hyperbolique des condensateurs plans. Pour éviter cette discontinuité, on a donné une forme particulière aux électrodes (voir fig. 1). Celle qui est mobile se termine par un cylindre creux qui vient coulisser en fin de course sur une électrode fixe, également cylindrique et recouverte de céramique. En modifiant le diélectrique du condensateur, on réussit ainsi à conserver la loi de variation exponentielle. Cette correction commence à jouer dès que la distance interélectrodes devient égale ou inférieure au diamètre du cylindre. Les différentes positions de l'électrode mobile correspondant à des sensibilités différentes sont donc toutes équidistantes, le rapport de deux sensibilités voisines ayant été pris égal à $\sqrt{10}$, sauf pour les deux premières gammes 1 mV — 10 mV. Le piston de la sonde porte les différentes gammes et sur le cadran de lecture sont inscrites deux échelles correspondant, l'une aux sensibilités 1, 10, etc... et l'autre aux sensibilités 0,3 — 3,0 etc... (plus exactement 0,316 ; 3,16, etc...).

L'atténuation est indépendante de la fréquence au-dessus de 25 kc/s. La courbe I de la fig. 2 donne les valeurs des affaiblissements introduits vers les basses fréquences. Sur le même graphique, on a placé la courbe de réponse de l'amplificateur du volt-

mètre qui reste rectiligne jusqu'à 1 kc/s. Pour profiter de cette propriété, bien que la sonde porte la sensibilité 1 mV, il est préférable de se relier directement aux bornes d'entrée de l'amplificateur.

Signalons un détail technologique qui a son importance pratique : la pointe de mesure est reliée électriquement à l'électrode fixe par un ressort. L'étalonnage de cet affaiblisseur n'est donc pas modifié à la suite de chocs accidentels.

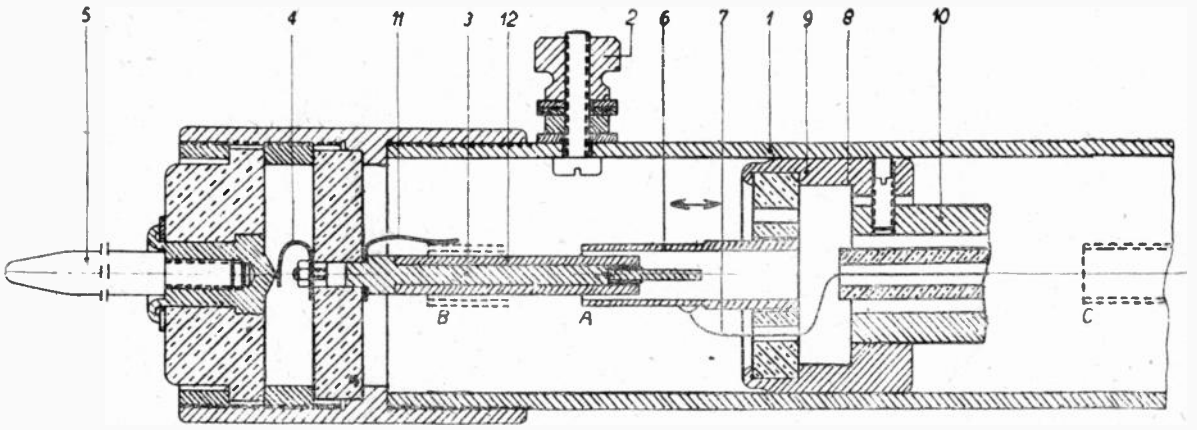


FIG. 1.

1. — Corps métallique ;
2. — Borne masse ;
3. — Electrode fixe reliée par le ressort 4 à la pointe de mesure 5 ;
6. — Electrode mobile, reliée par le conducteur 7 au câble coaxial 8 de liaison avec l'instrument de mesure.
9. — Piston isolant mobile.
10. — Tirette sur laquelle sont marquées les différentes sensibilités
11. — Lame de ressort mettant en court-circuit franc les électrodes mobile et fixe, pour la sensibilité 1 mV.

La position A correspond à la sensibilité 30 mV et à partir de C, l'atténuation varie suivant la loi exponentielle.

Pour tenir compte de l'auto-induction de la capacité du câble de raccordement, on a placé une résistance d'amortissement appropriée pour annuler tout effet de surtension.

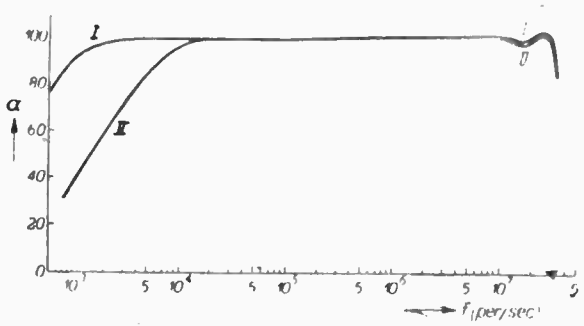


FIG. 2.

Courbe 1. — Courbe de réponse de l'amplificateur ;
Courbe 2. — Courbe de réponse obtenue en associant l'atténuateur à piston à l'amplificateur.

II. — Sensibilité 1 mV dans la gamme de fréquence 1 kc/s — 30 Mc/s.

Pour obtenir une sensibilité aussi grande, on ne connaît pas d'autre moyen que celui qui consiste à amplifier d'abord la tension à étudier avant de pouvoir effectivement la mesurer après redressement. La sensibilité de cette dernière opération se limite à 1,5 V pour la pleine déviation. Le gain à attendre de l'amplificateur est donc de 1.500 dans une gamme de fréquences aussi étendue que possible.

1° *L'amplificateur.*

Les tubes utilisés sont des penthodes Rimlock EF 42 à très grande pente, 9,5 mA/V au maximum. On prendra comme valeur de calcul entre 8 et 8,5 mA/V afin de se ménager une certaine plage de réglage.

Les étages amplificateurs à résistance fig. 3 seront corrigés vers les hautes fréquences par une bobine d'inductance de grille dont la valeur est déterminée suivant la méthode classique qui consiste, rappelons-le, à étudier les variations du gain en fonction de la quantité $x = C_t \omega R_p$ et en prenant pour paramètre le rapport β des capacités C_1 et C_2 représentant

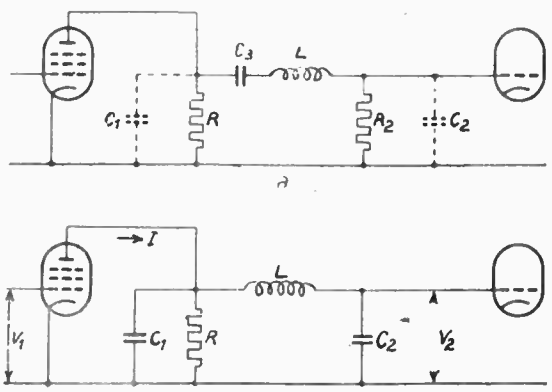


FIG. 3. — Schéma de principe de la liaison par résistance capacité entre deux étages amplificateurs.
a) Schéma complet : C1 et C2 : capacités parasites ; L : bobine d'auto-induction correctrice ;
b) Schéma simplifié pour les hautes fréquences.

respectivement les sommes des capacités parasites et des capacités de sortie et d'entrée des tubes, précédant et suivant la résistance de charge R_p. C_t désigne la somme $C_1 + C_2$ et ω la pulsation de la tension. L'auto-inductance L étant elle-même donnée en fonction de ces paramètres par la formule

$$L = R_p^2 C_t \frac{1 + \beta}{2}$$

Le réseau de courbes ainsi tracées montre qu'en donnant à β une valeur voisine de 0,5, le gain reste constant à 5 % près jusqu'à $x = 1{,}8$.

Pratiquement, les capacités d'entrée et de sortie des tubes EF 42 ont pour valeurs respectives 4,5 et 9,5 pF. En tenant compte des capacités parasites, on aura donc $C_1 = 7$ pF et $C_2 = 15$ pF ce qui donne pour β la valeur 0,47 voulue. Par conséquent, en prenant $C_t = 22$ pF, $x = 1{,}6$ et $\omega = 2\pi \times 30 \times 10^6$ on trouve pour résistance de charge des tubes $R_p = 400$ ohms soit un gain nominal moyen par étage $SR_p = 3{,}25$ et une bobine d'inductance correctrice de 2,5 μH.

Pour le dernier étage, la valeur de C_2 est modifiée du fait que la tension recueillie aux bornes de la résistance de charge de ce tube est appliquée au redresseur de mesure dont la capacité d'entrée n'est plus que de 3,5 au lieu de 15 pF. β prend alors la valeur 2 extrêmement défavorable. Le procédé qui consisterait à augmenter C_2 jusqu'à 15 pF n'est pas élégant puisqu'il fait perdre le bénéfice d'un gain supérieur à 3,25. Si l'on remarque que c'est maintenant le rapport C_2/C_1 qui prend la valeur 0,5 cherchée ; il suffira d'inverser l'entrée et la sortie du quadripôle de liaison entre le tube final et le redresseur pour permuter les rôles des capacités C_1 et C_2 dans le raisonnement précédent (Fig. 4).

En reprenant les valeurs précédentes de x et de la fréquence, C_t étant égal maintenant à 10,5 pF, on trouve que l'on peut donner à R_p la valeur 800 ohms, soit un gain de 6,5.

Tous ces résultats donnés par le calcul ne sont confirmés pratiquement que dans la mesure où les capacités C_1 et C_2 ont bien les valeurs prises. L'expérience montre, naturellement, que ces dernières varient d'un étage à l'autre et qu'il suffit de placer un condensateur ajustable aux bornes de la capacité C_2 du dernier étage pour compenser toutes les fluctuations des étages précédents. On doit donc diminuer la résistance de charge de cet étage puisque C_t est augmenté et, par suite, se contenter d'un gain de 4,2.

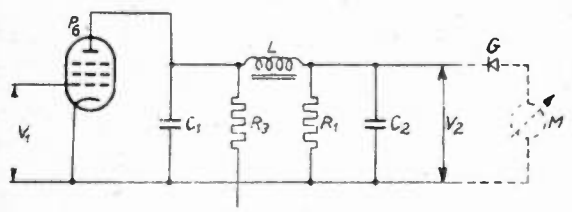


Fig. 4. — Schéma de principe de l'étage de sortie

Puisque l'on recherche un gain total de 1.500, on calcule facilement qu'il faut cinq étages avant le dernier ($3{,}25^5 \times 4{,}2 = 1.500$).

Avec les précautions prises, le gain chute de 5 % par étage à 30 Mc/s, soit une chute totale de 25 à 30 %, encore trop importante pour un voltmètre. Pour relever la caractéristique de cet amplificateur aux fréquences supérieures, on introduit une auto-inductance réglable L_1 en série avec la résistance de charge R_p d'un seul des étages. On obtient ainsi un second degré de correction, variable à volonté avec la position du noyau de ferroxcube de L_1.

D'autres difficultés classiques surgissent quand on veut étendre la caractéristique vers les basses fréquences. La courbe I de la figure 2 montre que sans artifices particuliers, mais en choisissant convenablement les valeurs des capacités de liaison et des résistances de fuite, on obtient une caractéristique plate jusque vers 1.000 c/s. Un problème se pose pour le dernier étage dont le schéma, comme on l'a vu, a dû être légèrement modifié. Ce n'est plus la résistance de fuite de la grille qui est en jeu, mais la résistance permettant l'alimentation de l'anode de ce dernier tube. Celle-ci est limitée à 10.000 Ω pour ne pas entraîner une trop grande chute de tension continue et l'on devra prendre pour valeur de la capacité de liaison 0,1 μF. Dans un étage intermédiaire, nous avons 1.000 pF et 1 MΩ.

La plus grosse difficulté à résoudre réside dans le fait de maintenir invariable dans le temps la courbe obtenue. Quels que soient les chocs mécaniques subis, les conditions atmosphériques ambiantes, la durée d'utilisation, les tubes de remplacement, la tension d'alimentation, il faut conserver au gain une valeur constante, toujours la même. Dans ce but, on choisit pour résistance de cathode une valeur de 2.700 Ω (au lieu de 160, classique) que l'on shunte par un condensateur dont la capacitance est négligeable pour les fréquences supérieures à 1.000 c/s. La grille sera donc portée à un potentiel positif suffisant pour que sa polarisation ne soit que de — 2 V par rapport à la cathode. La source de tension positive est obtenue sur un potentiomètre à partir d'un tube stabilisateur au néon (85 A 1). On se réserve ainsi la possibilité de faire varier la pente de tous les tubes par action sur ce potentiomètre, auquel on accède facilement de l'extérieur. Il faut donc, avant toutes mesures, vérifier l'étalonnage du millivoltmètre. Ce contrôle étant obligatoirement fréquent, on trouve incorporé à l'appareil un circuit d'étalonnage d'une réalisation originale permettant ainsi le tarage de l'appareil.

2° *Le circuit d'étalonnage.*

Son principe repose sur la transformation de l'amplificateur précédent en auto-oscillateur. Un circuit B, résonant sur 5 kc/s et possédant un coefficient de surtension très élevé (impédance à la résonance : 3 M Ω), est légèrement couplé à la sortie de l'amplificateur (fig. 5). On injecte, par l'intermédiaire d'un filtre à l'entrée de l'amplificateur une partie de la tension qui existe aux bornes de ce circuit. Celle-ci augmenterait indéfiniment si l'on n'avait pas pris la précaution de placer aux bornes du circuit oscillant une diode en série avec une tension de polarisation constante de l'ordre de 7 V. Dès que la tension d'oscillation dépasse cette valeur, la diode débite et amortit le circuit oscillant. A condition que la valeur 7 V soit bien constante, tout se passe comme si on appliquait à l'entrée de l'amplificateur une tension étalon de 1 mV. Cette tension constante,

comme celle de polarisation des grilles, est fournie par un tube 85 A1.

Signalons que l'étude du phénomène de réduction de la lueur cathodique à un point dans un tube à décharge à cathode de molybdène et dans une atmosphère de néon a conduit à recouvrir les parois internes de l'ampoule d'une couche de molybdène pulvérisé [2]. Celle-ci jouant trois rôles : celui d'un getter pour absorber les dernières traces de gaz après pompage, celui d'empêcher le passage de gaz des

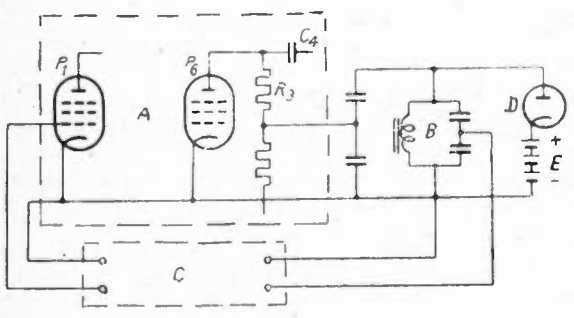


FIG. 5. — Schéma de principe du circuit d'étalonnage

parois vers la cathode et enfin celui de faire écran à la décharge électrique qui libérerait les molécules de gaz du verre. Avec cette précaution, on n'enregistre après 1.000 heures de fonctionnement qu'une variation de tension de 0,5 V. D'autre part, les résultats deviennent reproductibles et tous les tubes de cette série ne présentent pas entre eux de différences supérieures à 2 ou 3 V.

Ce tube permet donc de constituer une source de tension étalon à laquelle on peut faire débiter un courant non nul.

Nous ajouterons que le circuit détecteur se compose d'un cristal qui, sans introduire de courant de repos, se trouve deux à trois fois plus sensible qu'une diode.

D'autre part, l'étude du bruit de fond montre que la tension de bruit n'est que de 20 μV ce qui correspond à une déviation de l'aiguille de 2 % de la pleine déviation. On la compense en faisant passer dans le cadre mobile un faible courant continu de sens inverse.

L'appareil étant étalonné avec soin, la précision des mesures reste supérieure à 2 %.

Bibliographie

(1) *Philips Technisch Tijdschrift* (*Revue Technique Philips*), juillet 1949 — Tome II, n° 7.

Een Millivoltmeter voor het Frequentiegebied van 1 000 To 30.10^6 Per/sec. door H. J. LINDENHOVIUS, G. ARBELET en J.C. van der BREGGEN.

(2) *Philips Research reports*, vol. 1 n° 3. The Normal Cathode Fall For Molybdenum and Zirconium in the rare Gases by T. JURRIAANS F. M. PENNING and J. H. A. MOUBIS.

CONDUIRE UNE ÉTUDE [1]

PAR

J. LOEB

Ingénieur en Chef des P. T. T. au C. N. E. T.

Introduction.

Je n'ai pas la prétention, devant un public constitué, pour une grande partie, de personnes chargées elles-mêmes de faire avancer la technique, de révéler des faits ou des méthodes inconnues. Je ne veux pas non plus marcher sur les brisées de M. Kowarski qui a publié un article fort intéressant sur les grands organismes de recherche scientifique.

Je compte surtout, en présentant ce rapport, provoquer une discussion d'où surgira, cette fois, un grand appoint de « quantité d'information ».

1° Un service d'études.

La notion de service d'études est relativement nouvelle. Il n'y a pas si longtemps, les services chargés du fonctionnement des installations techniques (poste, télégraphe, et même à ses débuts téléphone) se chargeaient eux-mêmes des travaux d'invention et de mise au point de nouveaux dispositifs.

Le télégraphe Baudot a été créé par un mécanicien des P. T. T. qui avait la responsabilité générale du fonctionnement de son service et qui n'avait pas comme attribution particulière celle d'inventer de nouveaux dispositifs.

Au fur et à mesure que la division du travail dans la Société était poussée, on a vu apparaître des services qui furent déchargés de la responsabilité du fonctionnement des installations mises à la disposition du public pour se consacrer uniquement à la recherche.

C'est ainsi que le Service d'Etudes et de Recherches Techniques des P. T. T. a été créé en 1916, avec le Président du Comité d'Organisation de ce Congrès, Monsieur Picault. Aux Etats-Unis on avait d'ailleurs créé, avec des moyens fournis par la Western Electric C°, un bureau d'études qui se signala vite par les travaux de Pupin (1910).

Le problème qui se pose aussitôt, c'est le choix du personnel qui doit faire partie du service d'études. Il devra jouir de deux propriétés qui paraissent contradictoires : d'abord avoir suffisamment de pratique dans la conduite des installations existantes pour se rendre compte des avantages ou des inconvénients du matériel étudié, et d'autre part avoir un caractère et des dispositions qui le portent plus à concevoir des nouveaux dispositifs qu'à diriger avec méthode et dévouement un matériel (qui dans le cas des Télécommunications doit pouvoir fonctionner 24 heures sur 24).

On se tire de cette difficulté en constituant des services d'études avec l'un et l'autre de ces types de chercheurs.

Les autorités chargées de répartir les crédits dans nos périodes de difficultés budgétaires hésitent toujours à engager des dépenses importantes dans les services de recherches : elles sont évidemment tentées d'affecter toutes les disponibilités au fonctionnement des services d'exécution. Pourtant, et c'est un point sur lequel on ose à peine insister, les services d'études constituent un organisme essentiel dans un pays de civilisation technique.

Lorsque Faraday faisait sa démonstration des lois de l'induction un assistant demanda : « A quoi cela sert-il ? et Faraday répondit : A quoi sert un nouveau-né ? Nous sommes en quelque sorte les nouveaux-nés de la technique : nous ne faisons que consommer. Mais les résultats de nos travaux, s'ils sont positifs, se traduisent bientôt par un sérieux renforcement de la capacité de production de l'ensemble de notre technique.

En fait cette observation permet de préciser les cas dans lesquels il y a réellement invention utile : une invention n'est digne de ce nom que si elle permet d'obtenir un résultat nouveau, ou si elle permet d'obtenir à moindres frais un résultat déjà obtenu par des moyens déjà connus. Une réalisation nouvelle n'est donc pas forcément une « invention » digne de ce nom.

Un service d'études doit donc faire des inventions. Mais de quelles inventions s'agit-il ? Il peut évidemment proposer de faire des études qui intéressent particulièrement, je dirai même personnellement, ses dirigeants.

Il peut au contraire chercher à résoudre des problèmes posés par les exploitants. Dans ce cas il est assez difficile d'assurer une collaboration fructueuse entre les exploitants et les inventeurs.

Au moment où ils prennent contact, il s'établit entre eux une sorte de dialogue de sourds :

— Que dois-je faire pour vous ? dit l'inventeur.

— Que savez-vous faire ? répond l'exploitant.

— Je dirigerai mes recherches dans le sens que vous m'indiquerez pour essayer de produire des appareils qui vous conviennent répond l'inventeur.

— Mais répond l'exploitant, quelle question concrète puis-je vous poser, si je ne sais pas de quoi vous êtes capable ?

(1) Communication présentée au Congrès d'Electronique et de Radioélectricité de janvier 1950.

Bien entendu, conformément au sain principe de la dialectique hégélienne, la solution est une synthèse : elle consiste dans des contacts entre l'exploitant et les inventeurs, l'exploitant se mettant progressivement au courant du domaine de possibilités auxquelles peut atteindre la technique, et l'inventeur se familiarisant progressivement avec les nécessités de l'exploitation. Cela suppose une bonne entente personnelle et de fréquentes conversations entre le client exploitant et le fournisseur inventeur.

On s'en tire également par une spécialisation des services ainsi que cela est réalisé au C. N. E. T.

Il existe une section générale qui, comme son nom l'indique, étudie les problèmes dans leur ensemble et cherche à dégager des théories capables d'être appliquées à un grand nombre de cas particuliers. Cette section générale n'a pas la responsabilité de développer un matériel immédiatement utilisable dans les cas pratiques. Elle est plutôt chargée de travaux d'avant-garde. Cela ne doit bien évidemment pas l'empêcher d'étudier quelques problèmes extrêmement pratiques et précis. C'est seulement en agissant ainsi qu'elle gardera le contact nécessaire avec les réalités. Par ailleurs les services qu'elle pourra rendre à certains utilisateurs seront loin d'être négligeables. A côté de la section générale on a institué des sections particulières qui sont chargées :

1° De poser correctement à la section générale les problèmes qui lui paraissent avoir un caractère suffisant de généralité.

2° De transposer dans le domaine pratique les réalisations de la section générale.

3° De développer du matériel pratiquement utilisable lorsque l'étude ne nécessite pas l'intervention de la section générale.

2° L'élément humain.

Jadis les inventions étaient faites par un personnage unique. Bien que les divers nationalismes se soient emparés pour leur propagande de l'histoire des sciences et de la technique, on sait à peu près qui a inventé la machine à vapeur, la dynamo, la lampe à incandescence, le phonographe, le téléphone, etc...

L'invention était un acte individuel, et l'inventeur se chargeait à la fois de toutes les opérations qui permettaient de passer de l'idée initiale à la réalisation pratiquement utilisable.

De nos jours, il n'en est plus ainsi, et l'invention est une œuvre essentiellement collective.

Qui d'entre nous n'a pas éprouvé personnellement l'immense avantage que peut donner un échange d'idées ne serait-ce qu'entre deux personnes ? Il semble que chacun des deux interlocuteurs joue le rôle de la plaque et de la grille d'une lampe à 3 électrodes montée en oscillatrice : une idée incomplète ou même erronée éveille chez l'interlocuteur une critique souvent constructive. A son tour, l'inventeur de l'idée initiale reprend les observations de son interlocuteur sous une autre forme et ainsi, par une suite d'échanges au cours desquels l'idée prend à la fois de l'ampleur et de la précision, on arrive à faire une véritable invention.

Evidemment une telle collaboration peut déplaire à un inventeur trop personnel, facilement soupçonneux, et vivant dans la hantise de se voir déposséder de son invention. Nous examinerons tout à l'heure par quel procédé pratique on doit reconnaître l'invention et comment on doit arriver à concilier la nécessité du travail collectif avec la récompense des mérites individuels.

Un groupe de chercheurs chargés de mener à bien des études ne pourra évidemment produire des résultats intéressants que si l'action de chacun de ses membres prend place dans un plan bien établi : le seul moyen qu'on ait trouvé jusqu'à présent de coordonner l'activité des groupes humains est l'établissement d'une hiérarchie et d'un commandement. Notre groupe se trouvera donc sous les ordres d'un chef.

Comme nous le verrons plus tard, il est extrêmement difficile de surveiller une activité inventive et d'en évaluer le rendement. Le chef devra donc accorder à priori la plus grande confiance à ses subordonnés. Déjà dans les entreprises qui ne sont pas des groupes de recherches, il est tout à fait indiqué que le chef accorde sa confiance à ses subordonnés. Il pourra la leur retirer si à l'expérience elle se révèle imméritée, mais en général on se trompe plus en refusant sa confiance à tout le monde qu'en l'accordant à tout le monde.

Les subordonnés doivent évidemment l'obéissance, mais ce doit être, surtout dans le cas des services de recherches, une obéissance intelligente et même critique. Un moyen bien connu d'ennuyer un supérieur est de lui obéir instantanément avant d'avoir reçu le contre-ordre. Je considère comme un devoir absolu des subordonnés de faire part, dès qu'ils ont reçu un ordre, des objections qui se présentent à leur esprit. Bien entendu, si, une fois informé, le chef maintient son ordre, il n'y a plus qu'à l'exécuter.

Une étude présente au moment où on l'engage un certain aléa, puisque par définition on s'engage dans l'inconnu. Faut-il être optimiste ou pessimiste ? Le groupe de chercheurs doit évidemment contenir les deux, mais il semble, que le chef doit lui, être optimiste. Nous allons examiner maintenant quelques « types » de personnes que l'on peut rencontrer dans un service d'études. Comme il est trop difficile de pasticher La Bruyère, je préfère appliquer à ces examens le vocabulaire qui sert à décrire certaines machines : on considérera dans ce qui suit un chercheur comme donnant une « réponse » aux sollicitations du chef de l'entreprise. Commençons par le portrait du chercheur dont la présence n'est guère désirée dans une équipe : c'est celui qui est « amorti ». Quand il reçoit un ordre quand on l'aiguille sur une recherche à faire, il commence par un bon démarrage ; puis si le chef n'a pas le temps de surveiller quotidiennement l'étude en question, petit à petit, le rythme se ralentit et l'on entend des observations comme celles-ci :

« Je n'ai pas pu faire cela, parce que je n'avais pas tel appareil. Le schéma que vous m'avez donné s'est révélé inopérant, etc... ».

A peine plus intéressant est celui qui est trop

obéissant et qui prend à la lettre toutes les indications qui lui sont données. C'est ainsi qu'il peut introduire des retards considérables dans une étude parce que, ayant reçu des instructions difficilement exécutables dans la situation présente de l'industrie, il n'aura pas vu qu'en les modifiant d'une façon non essentielle on aurait grandement facilité le travail. Au lieu de chercher à obéir strictement aux ordres, il aurait dû proposer lui-même une rectification.

Un type curieux de chercheur que l'on rencontre quelquefois présente systématiquement des objections sans que l'on sache très bien s'il s'agit pour lui de réaliser au mieux l'étude ou de satisfaire son instinct de contradiction. Il a en quelque sorte « la réponse » d'un gyroscope qui, sollicité dans une direction, répond violemment dans une direction faisant un angle de 90° avec la direction prescrite. De tels chercheurs sont très utiles dans une équipe, mais il ne faut pas évidemment qu'ils soient en majorité.

Enfin le chercheur idéal est celui qui travaille avec ténacité dans le sens qui lui a été indiqué, qui met en action toutes ses facultés d'imagination pour aboutir aux résultats, moyennant l'introduction des variantes nécessaires, mais toujours dans le sens indiqué. On dit de lui qu'il est « accrocheur ». Mais me direz-vous un chercheur possédant toutes ces qualités ne mériterait-il pas alors d'être lui-même le chef de l'entreprise ?.

En fait, on ne trouve jamais exactement la personne qu'on désirerait pour occuper une place déterminée.

Lorsque se crée un grand service d'études, on est toujours tenté de tracer un superbe graphique, indiquant les divers échelons hiérarchiques, avec leurs attributions et leurs rapports de subordination. On appelle cela un « organigramme ».

Puis lorsqu'il s'agit de garnir ces cases par des hommes réels on s'aperçoit que tel candidat très satisfaisant quant à ses qualités intellectuelles est trop jeune pour avoir sous ses ordres plusieurs ingénieurs, mais, par contre, que tel autre qui a la maturité voulue, manque d'expérience dans la partie. On est alors le plus souvent obligé de remanier le beau graphique du début, de couper un service en trois, de mettre sous un même commandement des services différents, etc... On est ainsi amené à construire la maison en suivant le plan de l'architecte quand on le peut, mais aussi en tenant compte des pierres qu'on a sous la main.

Comment maintenant va-t-on reconnaître la participation des divers chercheurs à l'œuvre collective ?

D'abord, pour l'ensemble des idées qui ne sont pas à proprement parler des inventions, on reconnaîtra la participation au moyen d'un avancement en grade ou en traitement. Il semble impossible dans ce domaine, de faire autrement que d'accorder au chef de l'équipe la plus entière confiance.

Des idées qui seront plus directement des inventions nouvelles devront faire l'objet de brevets. Dans ce cas une grande réalisation d'ensemble ne serait pas effectivement couverte par un brevet unique, mais plutôt dans la mesure du possible chaque inventeur sera mis dans la possibilité de prendre à titre personnel un brevet. On n'écarte pas loin de là, la possibilité de prendre des brevets au nom de deux ou même de plusieurs inventeurs.

Une équipe de chercheurs appartient à un organisme chargé de gérer une entreprise générale privée ou publique. Nous devons examiner maintenant les rapports entre le personnel et l'entreprise au point de vue des brevets.

Le seul texte légal que l'on puisse consulter est la loi du 5 juillet 1844,... muette sur la question. La jurisprudence est très incertaine, des cas semblables ayant fait l'objet de jugements divers. On peut toutefois en dégager les tendances suivantes :

1° Si l'invention est faite sur ordre, avec les moyens de l'employeur, elle appartient à ce dernier.

2° Si l'invention est faite tout à fait en dehors et des heures de travail et du domaine industriel de l'entreprise, elle appartient à l'inventeur.

Reste une multitude de cas intermédiaires, véritables « nids à procès » lorsque l'enjeu en vaut la peine. Il serait vraiment temps que le législateur pensât à « codifier les usages », ou plutôt les meilleurs d'entre eux, c'est à dire les plus libéraux envers les inventeurs.

3° Les méthodes.

Il s'agit maintenant de dégager quelques principes applicables à la conduite des études.

La situation d'une équipe en face d'un problème à résoudre rappelle par certains côtés celle d'une troupe qui doit attaquer un front ennemi : par définition, on se trouve en terrain inconnu et la solution à adopter pour obtenir le résultat n'est pas absolument évidente.

Il faut passer en revue les diverses possibilités et même une telle étude ne doit pas se borner à un examen sur le papier, mais doit conduire à divers essais de laboratoire. On est frappé quelquefois en examinant une réalisation, de voir comment les personnes qui s'en sont occupées, sans aller jusqu'à choisir la première solution qui se présente à leur esprit, se sont lancées dans une direction sans peut-être s'être assurées que c'était la meilleure. Un travail d'études doit être avant tout un travail de synthèse et c'est seulement après s'être assuré que la solution retenue est réellement la meilleure ou la plus facile que l'on doit en mettant en œuvre tous les moyens à sa disposition rechercher le résultat à obtenir.

Si l'on transpose cela dans le langage militaire il faut d'abord « tâter le dispositif » puis après avoir choisi le point faible monter l'attaque sur ce point précis avec tous ses moyens.

Au cours d'un entretien avec un ingénieur allemand, je me suis rendu compte que la partie laboratoire dans la conduite de l'étude dont il vient d'être parlé était dans certains cas, en Allemagne réduite à sa plus simple expression. Cet ingénieur me disait : « J'ai été choisi comme chef de cette équipe d'études, on me fait confiance, je me sers de mon intuition pour déterminer le plus rapidement possible la direction dans laquelle l'étude devra être menée ». Evidemment une telle façon de pro-

céder conduit, si la direction choisie est bonne, à une grosse économie de moyens, mais il faut pour l'entreprendre un certain tempérament de joueur : c'est ainsi que les services d'études allemands chargés de développer les télécommunications et le radar ont reçu comme consigne impérative de ne pas chercher à développer la technique sur des fréquences supérieures à 600 mégacycles/seconde (décret pris par le ministre de l'armement Speer). Une telle décision a certainement eu des répercussions extrêmement importantes sur la marche de la dernière guerre.

Il est inutile de dire que ce décret a été abrogé le jour où les Allemands se sont rendu compte des progrès effectués par les alliés dans le domaine des hyperfréquences.

Certaines entreprises des U. S. A. pratiquent une politique diamètralement opposée, ce qui leur est rendu facile par l'abondance des moyens dont elles disposent.

Étant donné un problème, on lance un certain nombre de chercheurs en leur laissant toute latitude sur le choix des moyens ; puis chacun après un travail théorique et expérimental, présente une ébauche de solution ; la direction de l'entreprise choisit alors parmi ces solutions celle qui lui paraît la meilleure, et à ce moment on lance à nouveau tous les chercheurs dont on dispose dans une voie bien définie cette fois.

Théorie et pratique

Il faut haïr ceux qui disent :

« Théoriquement on devrait arriver à tel résultat mais pratiquement il n'en est pas ainsi ». Si la théorie s'écarte de la pratique c'est qu'elle est mal faite ou élaborée à l'aide de renseignements insuffisants. L'expérience est absolument nécessaire ; avec l'expérience on est sûr de ne rien avoir oublié. Par ailleurs comme disait Lagrange en regardant les mouvements des vagues, « La nature se joue des difficultés analytiques ». On ne peut être satisfait de ce qu'on a fait que lorsque l'expérience a permis de vérifier la théorie : s'il n'en est pas ainsi, on n'a ni théorie, ni expérience.

D'ailleurs le domaine des télécommunications est particulièrement favorisé à cet égard car il comporte beaucoup de problèmes mathématiquement assez accessibles pour que l'on puisse bâtir des théories utilisables. Il ne faut d'ailleurs pas hésiter à entreprendre des études qui paraissent très difficiles et à essayer d'obtenir des résultats hors de portée. Quand on réussit, on accomplit un exploit : et si l'on échoue on arrive presque toujours à savoir pourquoi on a échoué, et dans ce cas on a au moins trouvé un théorème.

Prenons par exemple toutes les tentatives qui ont été faites pour obtenir le mouvement perpétuel de 2e espèce. L'échec de tous les essais ayant pour objet de construire une machine capable de transformer de la chaleur en mouvement au moyen d'une seule source de température a conduit à une formulation très convaincante du 2e principe de la thermodynamique. Dans le domaine des télécommunications il existe un exemple très semblable : on est tenté, lorsque l'on a à transmettre des télécommunications, soit téléphoniques, soit en télévision, de rechercher à obtenir cette transmission aux meilleures conditions possibles. Ceci signifie que l'on cherche un équipement capable de transmettre une communication (téléphonique par exemple) dans une bande de fréquences aussi étroite que possible. C'est ainsi qu'on a publié vers les années 1930, des études sur un récepteur « ultra-sélectif » et que Gabor a présenté son système de « compression des fréquences ». Mais alors que dans le premier cas on prétendait que l'appareil ne déformait pas le signal, Gabor a montré comment il mutilait son signal sans pour cela détruire toute intelligibilité. Au cours de ces essais, on a mis en évidence un principe tout à fait analogue au second principe de la thermodynamique, qui indique la limite de la quantité d'information qu'une voie de transmission peut véhiculer.

Les pièges du démon

Lorsque l'on dirige une étude il faut se garder de certaines tentations auxquelles on risque de succomber :

a) « *Sa* » *solution.*

Un ingénieur, lorsqu'il a une certaine expérience dans la technique, s'est familiarisé avec certains domaines au détriment de certains autres et il peut être facilement tenté d'aborder tous les problèmes avec « sa » solution qui n'est pas forcément la meilleure. Il faut se garder également de vouloir faire du neuf à tout prix. Il existe dans les traités techniques un certain nombre de réalisations déjà éprouvées et il est souvent beaucoup plus avantageux de les mettre en œuvre que de chercher à inventer du nouveau constamment. Pour ma part je préfère un ingénieur capable d'appliquer rapidement une solution qu'il aura trouvée dans les livres, qu'un autre qui cherchera à tout prix une solution originale.

b) *La mode.*

En ce moment la mode est évidemment à l'électronique. Il est pourtant quelquefois inutile de chercher à inventer un procédé purement électrique, lorsqu'il existe des procédés mécaniques capables de donner satisfaction.

En résumé l'inventeur doit agir de façon à aboutir, et non pas de façon à se présenter comme l'auteur d'idées originales.

c) *La « chasse gardée »*

Certains inventeurs prolifiques sont tentés de se constituer une réserve d'idées ; ne pouvant les mener toutes en même temps jusqu'à leur réalisation pratique, ils préfèrent les garder pour eux, de peur que d'autres n'apportent avant eux les idées qui en permettraient la réalisation. Et souvent le « secret militaire » vient couvrir la chasse gardée d'un brouillard artificiel protecteur. « Ne fais pas aujourd'hui ce qu'un autre peut faire demain », dit la sagesse des paresseux.

« Accepte qu'un autre fasse aujourd'hui ce que tu n'es pas sûr de faire, même demain », dit la discipline des chercheurs consciencieux.

d) *La concurrence désordonnée.*

Dans le même ordre d'idées se présente le problème de la coordination entre les services d'études appartenant à des entreprises publiques ou privées. Une concurrence qui est la règle dans les entreprises privées, n'est plus guère de mise lorsqu'il s'agit de laboratoires d'Etat. Je sais qu'on a fort spirituellement parlé de la coordination et des ravages qu'elle peut faire si elle est appliquée aveuglément. Mais il n'en reste pas moins vrai que la France dispose de trop peu de moyens d'études pour que l'on puisse se permettre d'agir en ordre dispersé, et pour que plusieurs services d'études alimentés chacun par les ressources budgétaires du pays, et dotés chacun de moyens insuffisants, se permettent de traiter la même question.

Pas de « chasse-gardée », venons-nous pourtant de dire. C'est vrai en ce sens qu'aucune équipe ne peut raisonnablement revendiquer le monopole d'un vaste sujet. Mais lorsque l'on en arrive au stade d'une étude où l'on applique tous les moyens pour aboutir à une réalisation bien définie, il faut bien qu'un seul laboratoire soit chargé de mener le travail à bien. Pour obtenir ce résultat on doit introduire beaucoup de souplesse dans la coordination ; les chefs d'équipe étudient eux-mêmes leurs problèmes mais prennent contact les uns avec les autres et se répartissent la besogne. L'autorité supérieure n'aurait plus alors qu'à donner sa consécration aux accords ainsi établis. Voilà encore un cas où la loi vient « consacrer les mœurs ».

4° Le laboratoire.

Un laboratoire d'études est un organisme industriel qui doit avoir du rendement. Il est extrêmement difficile d'ailleurs d'évaluer la quantité de travail réellement produite puisque, suivant les aléas de l'étude, un même appareil pourra avoir coûté des semaines ou des mois de travail. Cependant il est indispensable si l'on veut qu'un laboratoire produise, d'examiner le problème du rendement.

On est très vite amené à sacrifier le rendement de certains organes de laboratoire au bénéfice de certains autres : en effet un atelier de production industriel normal a sa production entièrement planifiée : on sait exactement la durée d'une opération d'usinage, d'assemblage etc... et le métier du Chef de cette industrie consiste à ajuster toutes ces opérations de telle manière qu'il n'y ait aucun à-coup dans le fonctionnement.

Au contraire dans un service d'études il est absolument impossible d'éviter des pointes et des creux dans le travail : on est amené très rapidement à établir une hiérarchie entre les moyens de production au point de vue du rendement. Il est de toute évidence que les organes de laboratoire les plus importants et les plus coûteux sont ceux qui doivent avoir le meilleur rendement au détriment des autres éléments. La hiérarchie au point de vue rendement sera établie de la façon suivante : d'abord le personnel et ensuite le matériel.

Ingénieurs : Il est pratiquement impossible d'évaluer le rendement d'un ingénieur : tout ce que l'on peut faire c'est obtenir qu'il ait à sa disposition des moyens en agents techniques et en matériel suffisants pour qu'il puisse vérifier ses idées dans un délai raisonnable.

Agents techniques : Pour les agents techniques c'est déjà plus facile parce que un travail qui leur est assigné est lui-même en petit un problème industriel ; on peut savoir quand un agent technique est occupé et si son travail a un rendement suffisant. L'équipement en outillage a une importance très grande. Pratiquement on gagne de l'argent en mettant à la disposition des agents techniques un outillage suffisant même si cet outillage n'est utilisé que pendant une petite fraction du temps. Lorsque pénétrant dans un laboratoire on entend la réflexion suivante : « As-tu bientôt fini avec l'oscilloscope » ? ou « Passe-moi donc un voltmètre » cela signifie que la quantité d'outillage mis à la disposition des agents techniques n'est pas suffisante : il est bien préférable d'avoir un oscilloscope par agent technique, l'oscilloscope étant actuellement un outil de travail aussi intéressant qu'un contrôleur universel. Lorsque le laboratoire doit effectuer des travaux en dehors, il ne faut pas non plus lésiner sur les transports automobiles : on a encore trop tendance à considérer chez nous une camionnette comme un appareil de luxe très coûteux qui doit être utilisé au mieux et on peut encore assister au spectacle un peu paradoxal d'une administration qui permet à ses laboratoires d'acheter des générateurs étalonnés coûtant plus d'un million, refusant de munir ces mêmes laboratoires d'une camionnette qui ne coûte que 500.000 francs, et cherchant à obtenir le meilleur rendement de cette camionnette en la partageant entre plusieurs Divisions alors que fort heureusement elle consent à ne pas tirer le meilleur rendement de ses générateurs étalonnés d'un million. Dans le même ordre d'idées, il faut renoncer à l'idée de faire des économies en bloquant les achats de plusieurs équipes.

Le chef d'équipe doit pouvoir provoquer sans subir de retards administratifs l'achat du matériel qui lui est nécessaire. Au C. N. E. T. le régime de contrôle rapide et souple que se réserve la Direction me paraît être tout à fait satisfaisant.

Il y a toujours des trous dans une étude, c'est à dire que l'équipe d'agents techniques chargés de la conduite peut rester inoccupée parce qu'un appareil est en construction en atelier ou chez un fournisseur du dehors.

On augmente beaucoup le rendement d'une équipe en instituant des degrés d'urgence entre plusieurs études à mener dont une ayant l'urgence n° 1 et les autres moins urgentes.

A quoi voit-on qu'un laboratoire marche bien ?

Un coup d'œil rapide dans un laboratoire permet de s'assurer qu'on y travaille, lorsque l'on voit beaucoup de montages provisoires construits dans la maison (châssis rapidement câblés, machines tournantes sommairement assemblées etc...).

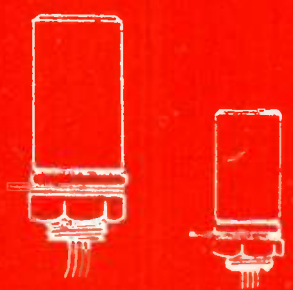
Bien entendu, il y a aussi les cahiers de laboratoires et, couronnant le tout, la présentation des maquettes et la note technique dont les quelques pages « condensent » des mois (ou même des années) de recherches, de découragements passagers, de satisfactions souvent déçues, et aussi — et surtout — l'action concertée d'une équipe de chercheurs.

Imprimerie Marcel Bon, Vesoul. — Dépôt légal : 3e trimestre 1950. — I. n° 25. — 4.900.578. — E. n° 20. — La Gérante : Mme Chiron

Sécurité... et LONGUE DURÉE !..

Condensateurs céramique étanches classe I II, III

CONDENSATEURS...



Les cahiers des charges et la qualité internationale **imposent** des **règles** de **sécurité** bien déterminées auxquelles **on ne peut se soustraire.**

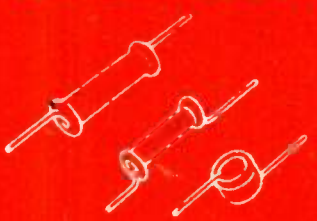
●

La **réduction** des **volumes** ne peut être faite au **détriment** des exigences techniques.

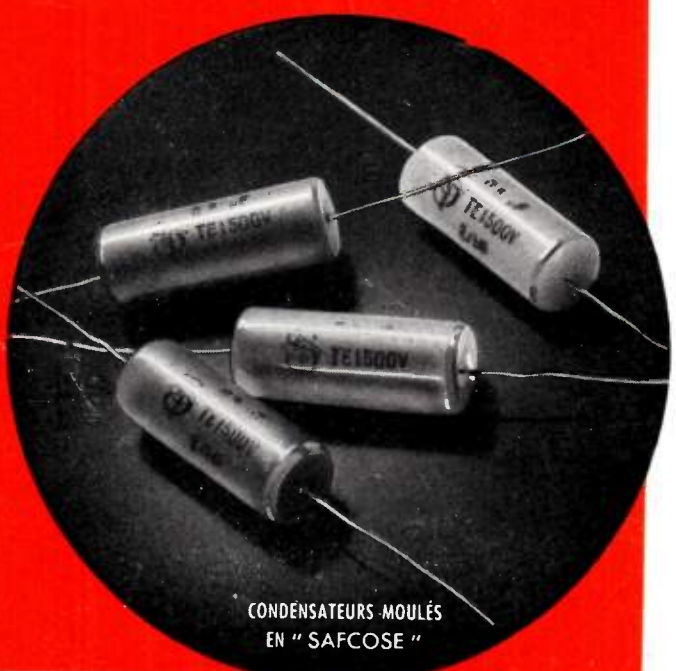
●

Nos condensateurs sont **calculés** et **construits** pour **servir** et **durer**, c'est pourquoi notre production **croit** sans cesse ; c'est pourquoi **un** condensateur **sur deux** sort de nos usines ; c'est pourquoi vous **utilisez** et vous **utiliserez toujours davantage** **SAFCO-TRÉVOUX**

RÉSISTANCES...



Condensateurs étanches sous tubes métal



CONDENSATEURS MOULÉS EN " SAFCOSE "

CONDENSATEURS · RÉSISTANCES

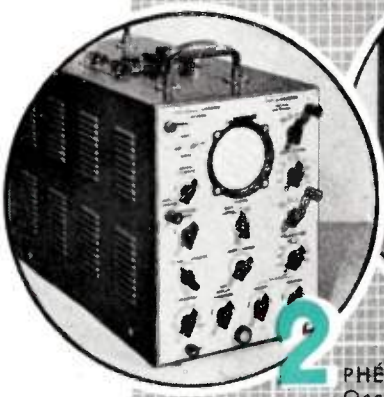
SAFCO
SOCIÉTÉ ANONYME
AU CAPITAL DE
96.000.000 de FRS

TRÉVOUX
40, Rue de la Justice
PARIS 20e Ar.
Tel : MEN 96-20

USINES A PARIS SAINT-OUEN MONTREUIL-SOUS-BOIS TREVOUX

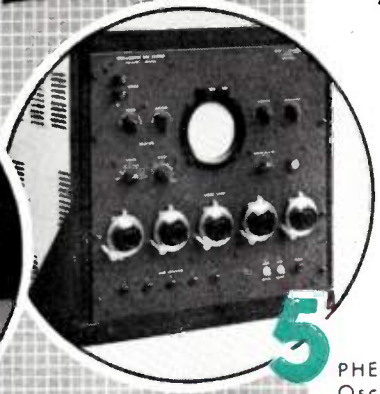
Régisseur exclusif de la Publicité de l'Onde Electrique : Agence-Publéditec-Domenach, 21, Rue des Jeuneurs. PARIS-2e, Tél. CENtral 97-63

EXAMEN SIMULTANÉ de 2 à 5 PHÉNOMÈNES



2 PHÉNOMÈNES
Oscillographe
Bicourbe

3 PHÉNOMÈNES
Commutateur 2 et 3 courbes
pour oscillographe



5 PHÉNOMÈNES
Oscillographe
3, 4 et 5 courbes

MESURE R D CONTROLE

RIBET & DESJARDINS

13, RUE PÉRIER, MONTROUGE (SEINE) ALE. 24-40

ACTA

RADIOFOTOS

FABRICATION GRAMMONT

TUBES "MINIATURE" Type International

LICENCE R.C.A.

SÉRIE COURANT ALTERNATIF	SÉRIE TOUS COURANTS	SÉRIE PROFESSIONNELLE	
6 BE 6	12 BE 6	0 A 2	6 AU 6
6 BA 6	12 BA 6	2 D 21	6 J 4
6 AT 6	12 AT 6	6 AG 5	6 J 6
6 AQ 5	50 B 5	6 AK 5	12 AU 6
6 X 4	35 W 4	6 AK 6	9001
		6 AL 5	9003

PUBL RAPY

Sté DES LAMPES FOTOS 11, Rue Raspail - MALAKOFF (Seine) Tél: ALÉ 50-00 • Usines à LYON

Régisseur exclusif de la Publicité de l'Onde Electrique : Agence-Publéditec-Domenach, 21, Rue des Jeuneurs, PARIS-2e, Tél. CENtral 97-63

Pièces DÉTACHÉES professionnelles
DIRECTION SERVICES COMMERCIAUX
89, RUE DE LA FAISANDERIE - PARIS (16e)
SERVICES D'INSTALLATION LABORATOIRES
TÉLÉPHONE : TROCADÉRO 12-71 et 12-85

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

DÉPARTEMENT CABLES ÉLECTRIQUES ET TÉLÉCOMMUNICATIONS

69, RUE DE MONCEAU, PARIS-8e - TÉL. : LABORDE 60-50

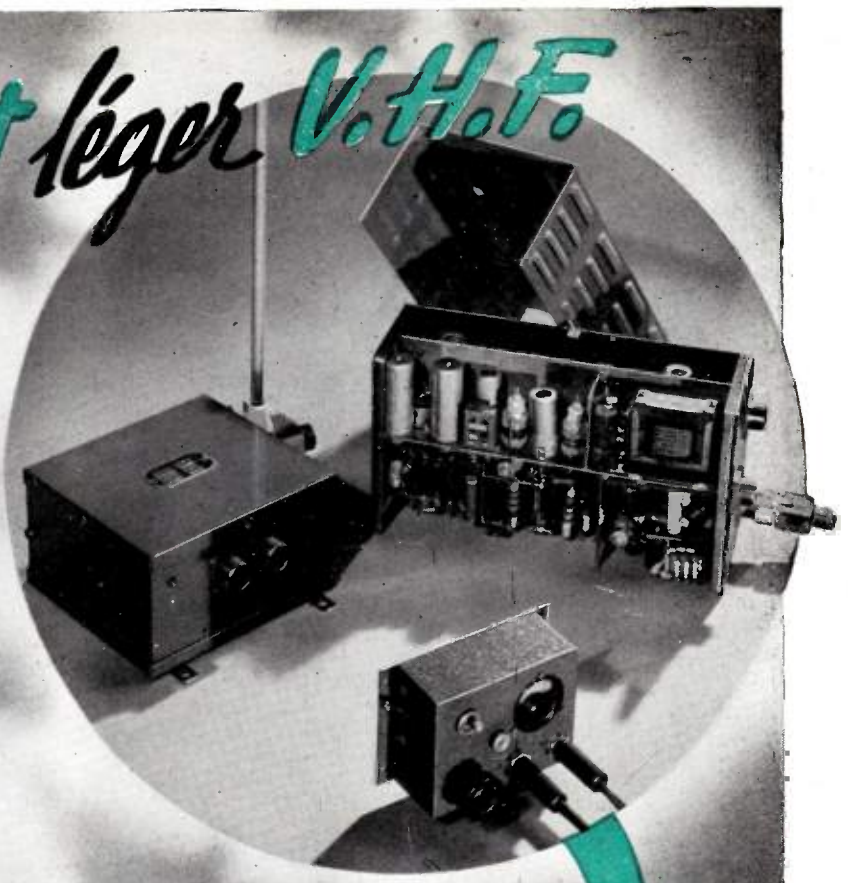
Giorgi

Régisseur exclusif de la Publicité de l'Onde Electrique : Agence-Publéditec-Domenach, 21, Rue des Jeuneurs, PARIS-2e, Tél. CENtral 97-63

Equipement léger V.H.F.

★ **ÉMETTEUR-RÉCEPTEUR A MODULATION D'AMPLITUDE P. H. F.**
3 watts. Poids de l'émetteur-récepteur 3 kgs. 500. Sensibilité récepteur : 2 microvolts.

★ **ÉMETTEUR-RÉCEPTEUR A MODULATION DE FRÉQUENCE P.H.F.**
5 watts. Poids de l'émetteur-récepteur 3 kgs 500. Sensibilité récepteur : 2 microvolts.



SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EQUIPEMENTS POUR LA NAVIGATION AÉRIENNE

25 à 29, RUE DU PONT - NEUILLY-SUR-SEINE - + MAI. 49-35

Autres fabrications : Alimentation stabilisée - Télémesures par Radio de 1 à 6 voies - Télécommandes - Téléasservissements - Récepteur panoramique à 400 Kc/s de bande passante - Interrogateur-répondeur - Hyperfréquences - Toutes études d'équipement aéronautique en pilotage automatique et en Radio.

AGENCE PUBLÉDITEC-DOMENACH

Régisseur exclusif de la Publicité de l'Onde Electrique : Agence-Publéditec-Domenach, 21, Rue des Jeuneurs, PARIS-2e, Tél. CENtral 97-63